

KUNGL. SKOGSHÖGSKOLANS SKRIFTER

BULLETIN OF THE ROYAL SCHOOL OF FORESTRY

STOCKHOLM, SWEDEN

Nr 11

Redaktör: Professor OLOF TAMM

1953

Om behandling av tall- och granfrö i groningsstimulerande syfte

Treatment of pine and spruce seed to stimulate germination

Av

STEN KARLBERG



NORRTÄLJE 1953.

NORRTELJE TIDNINGS BOKTRYCKERI AB

Om behandling av tall- och granfrö i groningsstimulerande syfte

Av

STEN KARLBERG

Att behandla frö i groningsstimulerande syfte är en gammal företeelse, som blivit föremål för undersökningar i stor omfattning. Undersökningarna ha dock mindre ofta gällt behandling av barrträdsfrö. Behandlingen varierar dessutom inom vida gränser med beskaffenheten hos det aktuella fröet eller frukten.

Så innehåller exempelvis fruktköttet hos en del skenfrukter och bär (*Prunus*, *Evo-
nymus* m. fl.) safter, som hämma groningen. Groning kan därför icke äga rum, förrän dessa ämnen (blastokolin) avlägsnats. Att dessa fruktsafter verkligen äro groningshäm-
mande har visats bl. a. av CROCKER (1948) ROHMEDE (1949). ROHMEDE erhöi en
kraftig reduktion av grobarheten hos tallfrö genom att strila sådan utspädd fruktsaft
över såddbädden. För att få en acceptabel grobarhet hos exempelvis körsbär, bör frukt-
köttet därför snarast avlägsnas.

Groningshämmande verkar också den höga terpentinhalt hos ett flertal *Abies*-
frön (BALDWIN 1942, ROHMEDE 1. c.). Detta skulle således vara en anledning till att
sådant frö icke gro förän på våren, då terpenerna delvis hunnit förflyktigas. Det
finns skäl antaga, att en intensiv genomluftning av sådant frö tillika med den vanliga
stratificeringen skall kunna höja grobarhetsprocenten.

Hos många fröslag är det normal företeelse, att embryot måste genomgå kemiska
omvandlingar, s. k. eftermognad, eller att embryot är outvecklat och efter fröfallet
måste växa ytterligare i fröets inre, innan någon groningen i egentlig bemärkelse kan
äga rum. (LAKON 1911). Ovannämnda tillstånd hos frön benämnes frövila. Sådan före-
kommer exempelvis hos vissa *Pinus*-arter som *P. cembra* och *P. Koraiensis* (Tuzowa
1926) samt ett flertal lövträd såsom *Tilia cordata*, *Fraxinus exelsior*, *Carpinus betulus*,
Liriodendron tulipifera m. fl. (LAKON 1911, YOUNG 1919).

Genom att stratificera fröet eller (efter det tyska uttrycket »Kaltwasservorbehandlung«), kallvåtbehandla det en längre eller kortare tid, kan denna frövila hävas. Behandlingen består i att fröet förvaras i väl fuktad sand eller torv vid en temperatur på $+ 2^{\circ}$ till $+ 8^{\circ}$ C. Temperaturer under 0° ha i de flesta fall visat sig ha en skadlig inverkan (DAVIS 1927). Genom stratificeringen stimuleras bl. a. enzymverksamheten, varvid embryot växer ut till erforderlig storlek. Stratificering anses även avlägsna groningshämmande ämnen exempelvis, som redan nämnts, terpenener hos *Abies*-frön. För vissa fröslag kan frövilan hävas under vintermånaderna, andra däremot fordra flerårig behandling (*Carpinus*, *Crataegus*, *Fraxinus excelsior* m. fl.). Lämplig tid och temperatur vid stratificering för ett flertal fröslag har meddelats av bl. a. CROCKER (1948) och TUZOWA (1926).

Svagt utvecklade embryoner hos frön med normal frövita är en relativt vanlig företeelse hos högnordiskt frö speciellt från höjdlägen (HAGEM 1917, HEIKIHEIMO 1927, WIBECK 1928). Detta beror emellertid huvudsakligen på att fröet, genom en för låg sommartemperatur, icke kunnat mogna och kan ej betraktas som frövila. Är embryot för svagt utvecklat kommer ingen groning till stånd. Sålunda framhåller WIBECK (1928) att embryots längd i förhållande till frövitans bör vara minst 0,70, för att fröet skall gro i groningsapparat. De utvecklade embryonerna äro en av anledningarna till den långsamma groningen och eftergroningen hos norrlandsfröet.

En del frön och frukter, exempelvis inom gruppen Leguminosae (*Robinia*, *Sarothamnus* m. fl.) men också vissa *Pinus*-arter, som *Pinus cembra*, *P. monticola* m. fl. ha ett fröskal, som är så hårt att det ej tillåter vattenabsorption, varigenom det verkar groningshämmande. Dessutom utgör skalet ett rent mekaniskt hinder för embryots expansion. Groningsstimulerande behandling i sådana fall kan bestå i, att den tjocka pallisadvävnad, som omger fröet, rives upp genom att utsädet bringas att rotera i en tunna tillsammans med skarpkantiga glasbitar. Övergjutning med koncentrerad svavelsyra eller kokande vatten under kortare tid har även visat sig vara ett verksamt medel att mjuka upp fröskalet (BALDWIN 1942).

Hos *Pinus silvestris* och *Picea abies* äro groningshämningar i här använd bemärkelse av mera blygsam karaktär eller saknas helt. Fröskalets hårdhet och tjocklek kan variera, men antager aldrig sådana värden, att vattenupptagning inom rimlig tid helt omöjliggöres. En förtunning av skaltjockleken genom nötning har därför hos dessa arter icke givit något positivt resultat (SCHMIDT 1930). Tall- och granfrö börjar gro redan efter några få dygn i groningsapparaten. Någon frövila kan sålunda icke anses föreligga. Det oaktat synes förbehandling av frö utan frövila och groningshämningar kunna medföra väsentliga ökningar av plantutbytet (BURCKHARDT 1880, STEVEN 1928 m. fl.). Före den fortsatta framställningen om denna behandlings möjlighet skall nämnas några ord om såddbädden.

Med plantprocenten bör menas antal plantor per 100 frön i såddbädden (HAAK 1912). Denna procent är som bekant väsentligt lägre än grobarhetsprocenten i groningsapparaten, vilket beror på att groningsbetingelserna äro mycket gynnsammare i

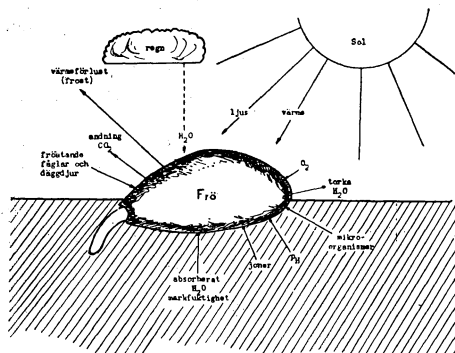


Fig. 1. Schematisk framställning av yttre faktorer, som kunna påverka resultatet i såddbädden (BALDWIN 1942).

External factors affecting germination in the seed bed (BALDWIN 1942).

denna jämfört med såddbädden. Temperaturen når på våren, mindre ofta de för tall- och granfröets groning mest lämpade värdena, ca 20° (TIRÉN 1934, MORK 1938). Markfuktigheten är även ofta otillräcklig. För fröets svällning och groningens igångsättande fordras mera vatten än vid den senare utvecklingen. Å andra sidan medför för hög fuktighet i jorden att denna får en lägre volym av syre med följder av olika slag, varigenom fröets groning hämmas. Bästa groningsresultat erhålles enligt MORK (1938), när fuktigheten är ca 35 volymprocent. Fröet i såddbädden utsättes också för angrepp av diverse mikroorganismer i mycket större omfattning än vad är fallet i groningsapparaten (LINDFORS 1922, ENEROTH 1931, LIESE 1934, m. fl.).

Detta urval av på såddresultatet menligt inverkan faktorer tjänar endast som exempel på att även en enligt alla konstens regler anlagd såddbädd kan vara mindre väl lämpad för fröet och innehålla många faror för den blivande plantan under dennas första och mest kritiska utvecklingsstadium.

Skillnaden mellan »ideala plantprocenten» (= grobarhetsprocenten) och den plantprocent, som kan påräknas under skilda förutsättningar i praktisk plantskoleskötsel, kan vara av betydande omfattning, vilket framgår av fig. 2, som visar en sammanställning av ett större antal observationer från tyska skogsplantskolor (HAACK 1909). Groningsbetingelserna äro indelade i fyra godhetsgrader, vilka i sig innefatta markförhållanden, klimat, såddbäddens tillredning m. m. Kurva III representerar medeltalet för vad man med dåvarande plantskoleteknik kunde vänta sig vid omsorgsfullt utförda tallsådder under normala år i välskötta plantskolor. Huvudanledningen till dåliga groningsbetingelser (kurva IV) tillskriver HAACK otillräcklig fuktighet i såddbädden. Rent teoretiskt saknas således ej möjligheter att genom någon lämplig, groningsbefrämjande åtgärd väsentligt kunna öka plantbytet i en såddbädd.

Ju fortare fröet börjar gro och utvecklar en vatten- och näringsupptagande rot, desto fortare undgår det faktorer, som äro ogynnsamma för groddarna. Dessutom har ett

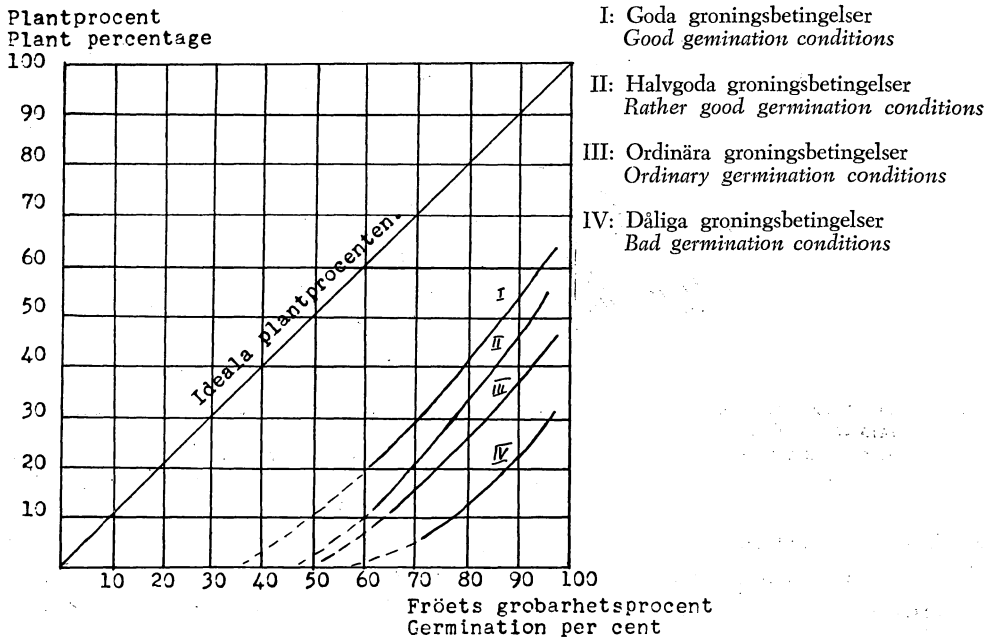


Fig. 2. Plantprocenten som funktion av fröets grobarhetsprocent vid olika groningsbetingelser i såddbädden (HAACK 1909).
Percentage of plants as a function of the germination per cent for different germination conditions of the seed bed (HAACK 1909).

snabbgroende frö större möjligheter att utnyttja för groningen gynnsamma omständigheter än ett långsamt groende. För ett snabbt groende frö kan exempelvis ett regn med efterföljande värme påskynda utveckling till planta, då däremot ett långsamt groende frö icke förmår på samma sätt utnyttja de tillfälliga edafiska fördelarna i såddbädden. Därför är icke enbart fröets grobarhetsprocent utan också dess groningshastighet (groningsenergi) av betydelse för såddresultatet. Groningshastigheten varierar inom vida gränser och anledningen till den låga groningshastigheten hos norrlandsfrö har redan berörts. SCHMIDT (1940) anser exempelvis att tyskt tallfrö under gynnsamma förhållanden i såddbädden avslutat sin groning redan efter 7 dygn och att groningshastigheten lämpligen borde baseras på antalet frön, som grott under de 4 första dygnen i groningsapparaten.

Att ange tall- och granfrös groningshastighet med procenten frön, som grott under de 10 första dygnen skulle således enligt samma författare icke medföra några markerade skillnader mellan groningshastighet och grobarhetsprocent. Då emellertid groningshastigheten även varierar med faktorer, som ej stå i direkt samband med fröets grobarhetsprocent (skal-tjocklek, ålder m. m.), anses groningshastigheten icke kunna ersätta grobarhetsprocenten som en värdemätare på fröets kvalitativa egenskaper (HAACK 1909, SCHMIDT 1930).

Den förbehandling av tall- och granfrö, som tar sikte på en höjning av plantprocenten till grobarhetsprocentens nivå, bör enligt ovanstående huvudsakligen gå ut på, att öka fröets groningshastighet. En sådan behandling är stöpning i vatten. Denna består i att fröet förvaras nedsänkt i vatten en viss tid, varefter det får torka så mycket att det ej klibbar vid sådden. Att man i vårt land för ganska länge sedan uppmärksammat stöpningens effekt framgår av följande passus ur Kalmar kemiska stations och frökontrollanstalts årsbok av år 1890: »Man måste föreskriva stöpning som ett nödvändigt villkor vid barrträdsfröns läggande till groning.»

Vid stöpningen tar det hygroskopiska fröskalet upp vatten och fröet sväller. Groningen kan därför börja så snart fröet kommit i såddbädden och en ökning av plantprocenten skulle därigenom kunna erhållas. Då groende barrträdsfrö, som redan framhållits, är beroende av syre blir groningen starkt reducerad så länge fröet ligger helt nedsänkt i vätskan. Förekommande intramolekylär andning är ett tecken på att fröet håller på att dö genom s. k. autolys (MERKENSCHLAGER 1924). Redan efter 24 timmars vattenlagring här intramolekylär andning kunnat påvisas hos tallfrö (SCHMIDT 1924). Stöpes tall- och granfrö för länge, sänkes sålunda grobarheten.

Den eventuella inverkan stöpning i vatten kan ha på såddresultatet torde sålunda knappast giva sig tillkänna genom en standardanalys i groningapparat. Snarare torde en sådan stöpning medföra en sänkning av grobarhetsprocenten, då en del mindre livskraftiga frön ej tåla vattenbehandling. Det förefaller därför kanske icke fullt logiskt att kalla stöpning i vatten för groningsstimulerande behandling. Enligt MANGOLD (1923) definieras emellertid stimulans som varje yttre förändring, vilken är i stånd att verka på levande substans på ett sådant sätt, att den levande substansen reagerar med en förändring i vitalitetsprocessen i positiv riktning.

Begreppet groningsstimulans blir därigenom synnerligen omfattande. NIETHAMMER (1929) uppdelar därför groningsstimulansen i primär, sekundär och skenbar, allt efter dess verkningsätt. Om stöpningsvätskan exempelvis innehåller en syra, ett salt, ett vitamin eller hormon, som mera direkt påverkar embryots utveckling, kan man alltså enligt NIETHAMMER tala om primär stimulans. Undersökningar över dylika stimulantia ha givit upphov till en omfattande litteratur. Stora skillnader förekomma i de olika fröslagens reaktionsnormer, vilket bl. a. bidragit till skilda uppfattningar angående behandlingarnas effekt.

Salter's groningsstimulerande verkan har undersökts av BARTON (1949), GLEISBERG (1925). MERKENSCHLAGER (1926), RUDOLFS (1925) m. fl. Bulgaren POPOFF (1925) påvisade exempelvis starkt groningsstimulerande verkan hos vissa fröslag av kaliumbromid, magnesium- och mangansalter, medan FABRICIUS (1926) ansåg dessa salter överkamma och rubricerade ökningen av antalet plantor som en ren vattneffekt. Ovan nämnda undersökningar ha icke gällt skogsfrö och ge inga upplysningar om salter's groningsstimulerande inverkan på tall och granfrö.

Detsamma torde tills vidare kunna sägas om *hormoners* och *vitaminers* groningsstimulerande inverkan på tall och granfrö. Visserligen har MIROV (1939) påvisat ett

positivt samband mellan auxinhalten och grobarhetsberedskapen hos *Pinus Jeffreyi*-frö och antyder möjligheterna av att genom tillförsel av hormoner kunna påskynda groningen hos frö med frövila. THIMANN och LANE (1938) ha lyckats öka grobarheten hos vete genom stöpning i auxinlösning. Goda resultat med auxiner samt vitamin B₁ ha vidare påvisats av CROCKER (1948) samt AVERY och JONSON (1947). Försöken ha dock icke omfattat barrträdsfrö.

Däremot har det sedan länge ansetts att vissa syror kunna stimulera barrfröets groning. I »Handledning i trädplantering» skriver exempelvis E. LINDGREN (1865) att man lämpligen kan blöta frön en eller ett par dagar i en kanna vatten till vilken satts 100—150 droppar koncentrerad saltsyra. Stöpning av barrträdsfrö i lätt surgjort vatten förekommer också inom plantskoleskötseln i England (STEVEN 1927). Stöpning av tall och granfrö i vatten eller starkt utspädd saltsyra rekommenderas vidare i den skogliga litteraturen (BURCKHART 1880, KACHE 1938, AHOLA 1946 m. fl.). I senare försök redovisar dansken HOLTEN (1946, 1947) en fördubbling av antalet tall- och granplantor om fröet stöps 24 timmar i svag saltsyrelösning (pH 4,2—6,0). Enligt HOLTEN blev motsvarande ökning om fröet stöps 24 timmar i vatten endast 17 %.

Angående syrors verkan i samband med stöpning råder dock delade meningar. SCHMIDT (1930) anser exempelvis, att syran endast påverkar groningshastigheten och att effekten ej kan utläsas i en 21 dagars analys. Groningsstimulansen hos starkt utspädda syror skulle enligt TRÉNEL (1927) bestå i att deras joner direkt påverka enzymer, varvid är att märka att såväl positiva som negativa joner äro verksamma.

Medan vi sålunda icke känna till huruvida salter eller hormoner i stöpningsvätskan kunna stimulera tall- och granfröets groning, framgår av ovan anförda litteratur att stöpning i starkt utspädd syra skulle kunna bidra till en väsentlig ökning av plantutbytet. Då emellertid omfattningen av och metodiken vid dessa försök icke tillåta allt för vittgående slutsatser har här ansetts önskvärt att taga upp problemet till förnyad undersökning. Det får anses foljdriktigt att i första hand begränsa undersökningarna över stöpningens effekt till experiment med vatten respektive med något saltsyra surgjort vatten.

*Jämförelser mellan plantprocenter för ostöpt frö, frö stöpt i vatten
och frö stöpt i mycket utspädd saltsyra*

Försökets utförande. Försöket utfördes våren 1949 vid Skogsmöllans plantskola i Skåne. Plantskolejorden består enligt utförda analyser av en humusrik, sandig mo med pH-värdet 5,7 och en glödningsförlust på 4,6 %. Lufttemperatur och nederbörd under månaderna april—juni framgår av tabell 1.

TABELL 1

Temperatur och nederbörd i Lund (22 km väster Skogsmöllan) under månaderna april—juni 1949.

(Enl. Månadsöversikt över väderlek och vattentillgång.)

Temperature and precipitation at Lund, April—June 1949.

	April	Maj	Juni
Antal nederbördsdagar	15	15	8
<i>Number of days with precipitation</i>			
Månadsnederbörd i mm	45,1	88,8	9,6
<i>Monthly precipitation in mm</i>			
Normalvärde 1901—1930	41,0	40,4	56,1
<i>Normal value</i>			
Månadsmedeltemperatur	+7,6	+12,3	+14,5
<i>Mean monthly temperature</i>			
Normalvärde 1901—1930	+5,5	+10,6	+14,1
<i>Normal value</i>			

Den för försöket erforderliga såddbädden iordningställdes i enlighet med vad som är brukligt. Omedelbart före sådden, som ägde rum den 27 april, vältades såddbädden med en tung vält. Fröna täcktes med ett 0,3 cm tjockt lager grovsand, som trycktes till med en lättare vält, varefter bädden vattnades. För att hindra åverkan av fåglar och möss omgavs bädden med en bräddram över vilken spändes kycklingsnät. För att söka eliminera verkan av eventuella svampangrepp (t. ex. fallsjuka), som kunna påverka groningenresultatet oregelbundet, har fröet torrbetats med germisan och såddbäddarna behandlats med kerol. Betningen bestod i, att de stöpta fröna skakades i en burk tillsammans med germisan i dosering 25 gram germisan pr kg frö. Kerolbehandlingen utfördes 1 dygn före sådden, varvid 0,25-procentig lösning strilades över bädden med 30 liter pr kvadratmeter bädd. Jag har därför

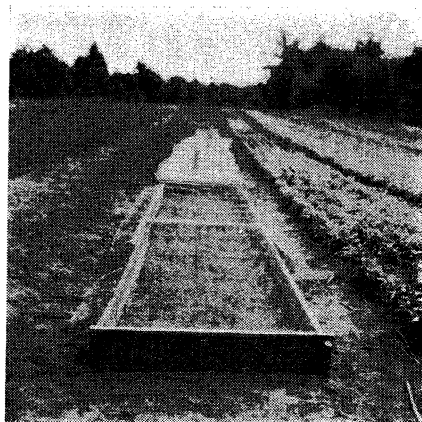


Fig. 3. Såddbädden är omgiven av bräddram och täckt med finmaskigt nät.
The seed bed is surrounded by a frame and covered with a fine-meshed screen.

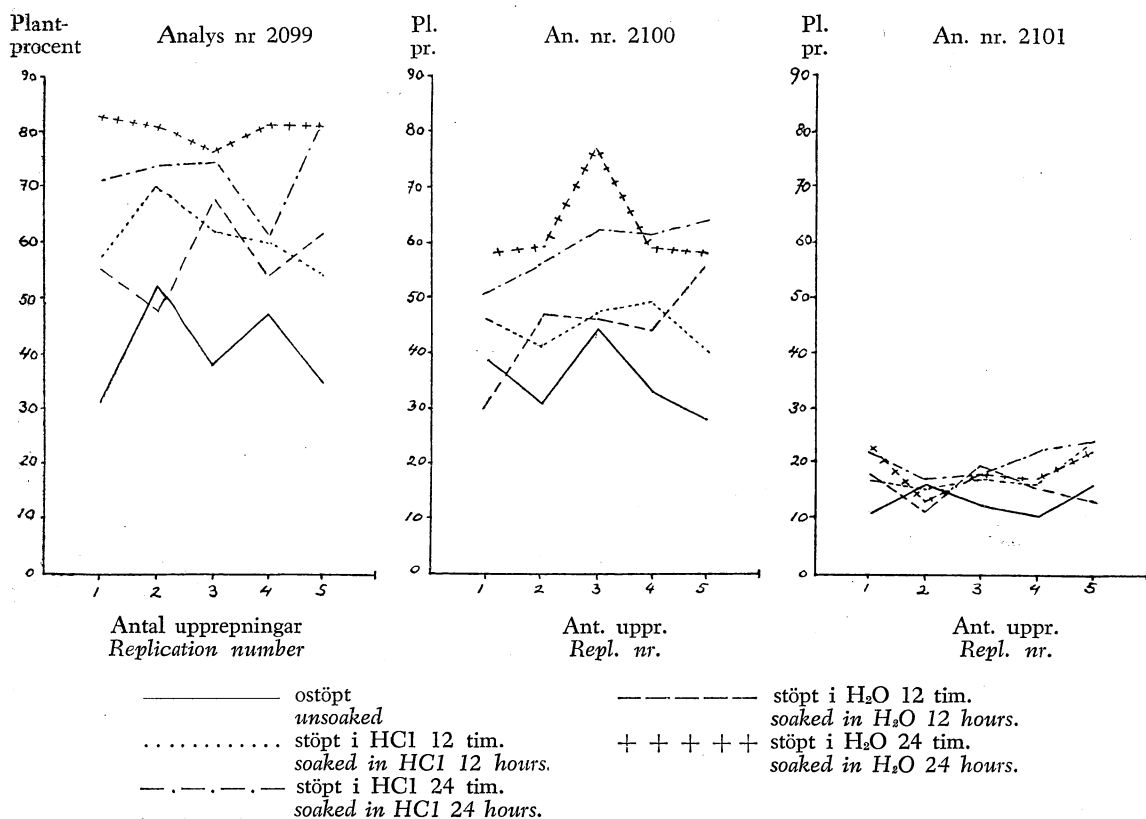


Fig. 4. Plantprocentens variation med fröbehandlingen för respektive frösorter. Jfr tab. 3.
Variation of plant number with seed treatment. cf. Tab. 3.

även tagit upp frågan om huruvida denna behandling har haft någon systematisk inverkan på fröets grobarhet.

Grobarhetsanalyser av de frösorter, som användes vid såddförsöket visade följande resultat, vilket framgår av tabell 2.

Såddförsöket omfattade 120 såddrutor, med 100 frön per ruta, uppdelade på 24 försöksled med 5 upprepningar av varje (tabell 3 och fig. 4.). För undvikande av systematiska fel, som kunna uppstå i samband med fröets sortering, ha samtliga frön uttagits och räknats enligt den provtagningsmetod, som utarbetats vid statens skogsforskningsinstitut (TIRÉN 1948).

Fröet stöptes dels i vanligt vatten med pH 7 och dels i likhet med HOLTENS (l. c.) försök i vatten surgjort med något saltsyra (pH 5.4) i 12 respektive 24 timmar vid en temperatur av +10° C. pH-värdet för syralösningen har fastställts med blandindikatorn bromkreosolgrönt och metylrött. Indikatorns färg är grå vid pH 5.4, vid lägre pH

TABELL 2

Analys av vid försöket använt frö (Utförda vid Statens skogsforskningsinstitut april 1949).
Analysis of the seed used for the study.

Frösört <i>Origin</i>	Träd- slag <i>Species</i>	Analys- nummer <i>Analysis no.</i>	1 000- korn- vikt gr. 1 000- seed weight	Grodda efter 10 dygn % <i>Germinated after 10 days</i>	Tomfrö % <i>Empty</i>	Abnorma groddar och ej grott frö % <i>Abnormal and not germinated</i>	Grobar- het efter 30 dygn % <i>germinated after 30 days</i>
Åtvidaberg .. Östergötl.	gran <i>spruce</i>	2 099	5,63	87	4	9	89
Rödjenäs ... Jkp. län	„	2 100	5,43	68	8	24	74
Hälsingland .	tall <i>pine</i>	2 101	4,43	52	0	48	54

blir den röd och vid högre grön. Då detta försök får betraktas som en kontroll i anslutning till refererade stöpningsundersökningar och anvisningar (sid. 8) har pH-värdet icke blivit föremål för successiva justeringar här. Möjligheten att hålla pH-värdet inom vissa gränser hos en dylik obuffrad lösning diskuteras på sid 19.

Materialets bearbetning. För att söka erhålla en uppfattning om säkerheten hos förekommande groningsskillnader vid de olika behandlingarna dys. för att utröna huruvida skillnaderna ej bero på tillfälligheter, har försöksmaterialet bearbetats statistiskt. Denna behandling har huvudsakligen utförts enligt metoder angivna av BONNIER och TEDIN (1940) och MATHER (1949).

Beräkningarna ha därvid baserats på att skapa jämförelser mellan »variationen mellan gruppmedelvärdena» och »variationen inom grupperna», genom bildandet av kvoter mellan respektive medelkvadrater. Är denna kvot stor, kan det finnas sannolikheter för att föreliggande skillnader mellan grupperna uppstått icke genom slumpmässiga orsaker, utan exempelvis som i detta fall genom stöpnigen. Man kan teoretiskt beräkna det värde, som denna kvot bör understiga om ingen skillnad finnes mellan grupperna. Om den erhållna kvoten överstiger detta värde, dra vi slutsatsen att en skillnad sannolikt föreligger. Tabeller över varianskvoter för olika sannolikhetsvärden ha upprättats av SNEDECOR (1935, F-värden) och finnas återgivna i BONNIER-TEDIN (1940, P-värden) samt Handledning i försöksteknik (1939). Med frihetsgraderna (R. A. FISHERS »degrees of freedom», antalet av varandra oberoende variater i en samling) som ingångsvärden i tabellerna erhålles ett mot varianskvoten svarande sannolikhetsvärde (P-värde). Erhållna kvoter ha på gängse sätt försetts med olika antal asterisker för att markera sannolikhetsens säkerhetsgrad (signifikansen) enligt följande:

- *** Markerar att den funna kvoten är minst lika stor som tabellerade varianskvoten (v^2) vid sannolikhetsvärdet $P = 0,001$. Dvs. sannolikheten för att andra än rent slumpmässiga orsaker åstadkommit olikheterna mellan behandlingsmedelvärdena är större än 999/1000.
- ** Markerar att sannolikheten för att andra än rent slumpmässiga orsaker åstadkommit olikheterna mellan behandlingsmedelvärdena ligger mellan 99/100—999/1000.
- * Markerar att nyssnämnda sannolikhet ligger mellan 95/100—99/100.
Markerar att nyssnämnda sannolikhet är mindre än 95/100.

TABELL 3

Plantprocenten vid olika behandlingar enl. revision 19/7.

Percentage of plants for different treatment at the inspection July 19 ih

Trädslag Analysnr. Analysis no.	Fröbehandling Seed treatment	Bäddbehandling Bed treatment	Antal plantor pr ruta Number of plants per square					
gran spruce 2 099	obehandlad <i>untreated</i>	obehandlad	32	44	41	57	51	
„	germisan	„	40	51	29	49	34	
„	obehandlad	kerol	46	53	49	50	51	
„	germisan	„	31	52	38	47	35	
„	„ HCL 12 timmar <i>hours</i>	„	57	70	62	60	54	
„	„ HCL 24 „ „	„	71	74	74	61	82	
„	„ H ₂ O 12 „ „	„	55	48	68	54	62	
„	„ H ₂ O 24 „ „	„	83	81	76	81	81	
gran spruce 2 100	obehandlad	obehandlad	27	46	42	51	46	
„	germisan	„	27	51	50	29	33	
„	obehandlad	kerol	36	35	10	25	43	
„	germisan	„	39	31	44	33	28	
„	„ HCL 12 timmar <i>hours</i>	„	46	41	47	49	40	
„	„ HCL 24 „ „	„	51	56	62	61	64	
„	„ H ₂ O 12 „ „	„	30	47	46	44	56	
„	„ H ₂ O 24 „ „	„	58	59	77	59	58	
tall pine 2 101	obehandlad	obehandlad	18	13	10	12	22	
„	germisan	„	16	24	10	12	11	
„	obehandlad	kerol	9	8	18	14	14	
„	germisan	„	11	16	12	10	16	
„	„ HCL 12 timmar <i>hours</i>	„	16	16	17	16	24	
„	„ HCL 24 „ „	„	22	17	18	22	15	
„	„ H ₂ O 12 „ „	„	18	11	19	15	13	
„	„ H ₂ O 24 „ „	„	23	13	18	17	22	

De variater, som förekomma i försöket äro frekvenser ($p + q = 1$) och kunna antagas vara binomialt fördelade enligt den allmänna formeln $(p+q)^n$. Vid låga värden på n , speciellt i förening med låga värden på p , är binomialkurvan icke normal, men kan normalkurvan betraktas som gränsvärde mot vilket binomialkurvan går när n går mot oändligheten. Ju mindre skillnader på p och q , desto hastigare blir kurvan normal. Normalfördelningen anses sålunda icke föreligga om $n \times q < 15$ (BONNIER och TEDIN 1940). Då normalfördelning icke kan anses föreligga på grund av låg grobarhetsprocent i vissa grupper, ävensom då i samma analys ingående variater visa stora skillnader i medelavvikelse har det ansetts lämpligt att transformera variaterna. Denna transformering, för skapande av en normalare fördelning och en konstantare medelavvikelse, har utförts enligt BARTLETT (1936) och A. HALD (1948) med funktionen $2 \arcsin \sqrt{x}$, där x i detta fallet är relativa frekvensen plantor pr ruta. För att slippa decimaler och därmed underlätta räkneoperationerna, ha de transformerade variaterna multiplicerats med 100.

Kerol- och germisanbehandlingens inverkan på plantprocenten. Då frö och såddbädd behandlats med germisan respektive kerol för att söka eliminera inverkan av eventuella parasitära marksvampar är av intresse att utröna huruvida denna behandling haft någon inverkan på plantprocenten.

I försöken ingående behandlingar enligt tabell 3:

1. obehandlat frö, obehandlad bädd (X_1),
untreated seed, untreated bed.
2. germisanbehandlat frö, obehandlad bädd (X_2),
germisan-treated seed, untreated bed.
3. obehandlat frö, kerolbehandlad bädd (X_3),
untreated seed, kerol-treated bed.
4. germisanbehandlat frö, kerolbehandlad bädd (X_4),
germisan-treated seed, kerol-treated bed.

Såsom framgår av tabell 4 föreligger ingen signifikativ skillnad mellan grupperna. Sannolikheten för att slumpen enbart åstadkommit olikheterna är således stor. Då det emellertid är av speciellt intresse att jämföra behandlade försöksled med det obehandlade har analysen kompletterats med tabell 5. Skillnaden mellan de behandlade försöksleden och det obehandlade, här kallad differensen $= X_2 + X_3 + X_4 - 3 X_1$, där X_2 är summan av variaterna för det germisanbehandlade ledet osv. Denna differens har medelfelet $= s \sqrt{5(1^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2)} = s \sqrt{60}$ (CRAMÉR 1942). s (spridningen) har erhållits genom att taga roten ur medelkvadraten för »inom behandlingar» i tabell 4.

TABELL 4

Grov analys av kerol- och germisanbehandlings inverkan på plantprocenten (Uträkningarna redovisas i bil. 1).

Analysis of the effect of treatment with kerol and germisan.

Analysnr. <i>Analysis number</i>	Variationsorsak <i>Variance due to</i>	Frihets- grader <i>Degrees of freedom</i>	Kvadrat- summa <i>Sum of squares</i>	Medelkvadrat <i>Mean square</i>
2 099	Mellan behandlingsmedelvärden.. <i>Between</i>	3	1 192,4	397,47
	Inom behandlingar <i>Within</i>	16	4 370,8	273,18
	Summasamling <i>Total</i>	19	5 563,2	
			- kvoten = 1,45 <i>quotient</i>	
2 100	Mellan behandlingsmedelvärden.. <i>Between</i>	3	2 032,4	677,47
	Inom behandlingar <i>Within</i>	16	8 314,4	519,65
	Summasamling <i>Total</i>	19	10 346,8	
			kvoten = 1,30 <i>quotient</i>	
2 101	Mellan behandlingsmedelvärden.. <i>Between</i>	3	162,55	54,18
	Inom behandlingar <i>Within</i>	16	2 614,4	163,40
	Summasamling <i>Total</i>	19	2 776,95	
			kvoten = 0,33 <i>quotient</i>	

I tabell 5 är medelfelet storlek i förhållande till differensen sådan, att ingen skillnad i materialet kan anses föreligga, ehuru differensen genomgående är negativ. Kerolbehandling av såddbädden och germisanbehandling av fröet har således givit sämre resultat, vilket dock icke är statistiskt påvisbart.

Däremot redovisar SCHMIDT (1930) en märkbar försämring av grobarheten hos tallfrö, som *våtbetats* med ett liknande kvicksilverpreparat (Uspulun i 0,25 %-ig lösning). Ehuru någon sådan försämring icke kunnat påvisas i egna försök, torde det finnas anledning handskas försiktigt med sådana kvicksilverpreparat (Uspulun, Tillantin, Germisan m. fl.).

TABELL 5

Jämförelse mellan behandlade och obehandlade ytor.
Comparison between treated and untreated plots.

Analysnr. <i>Analysis number</i>	Differens <i>Difference</i>	s <i>Standard deviation</i>	Differensens medelfel $s\sqrt{60}$ <i>Standard deviation of difference</i>
2 099	— 40	$\sqrt{273,18} = 16,53$	± 128
2 100	— 260	$\sqrt{519,65} = 22,79$	± 177
2 101	— 71	$\sqrt{163,40} = 12,78$	± 99
S:a	— 371		± 240

TABELL 6

Grov analys av behandlingen (Uträkningarna redovisas i bil. 2).
Analysis of seed-soaking treatments (Calculation is shown in enclosure 2).

Analysnr. <i>Analysis nr.</i>	Variationsorsak <i>Variation due to</i>	Frihetsgrader <i>Degrees of freedom</i>	Kvadrat- summa <i>Sum of squares</i>	Medel- kvadrat <i>Mean square</i>
2 099	Mellan behandlingsmedelvärden..	4	20 839	5 210,0
	Inom behandlingar	20	4 173,20	208,66
	Summasamling <i>Total</i>	24	25 012,96	
		kvoten = 25,0*** <i>quotient</i>		
2 100	Mellan behandlingsmedelvärden..	4	10 477,76	2 612,0
	Inom behandlingar	20	4 153,20	207,66
	Summasamling <i>Total</i>	24	14 600,96	
		kvoten = 12,6*** <i>quotient</i>		
2 101	Mellan behandlingsmedelvärden..	4	988,20	247,05
	Inom behandlingar	20	1 624,84	81,24
	Summasamling <i>Total</i>	24	2 613,04	
		kvoten = 3,0* <i>quotient</i>		

TABELL 7
Noggrann jämförelse, mellan behandlingarna.
Individual comparisons between treatments.

gran <i>Spruce</i>		gran <i>Spruce</i>		tall <i>pine</i>	
Frösört 2099 = (a)		2100 = (b)		2101 = (c)	
Jämförelser <i>Comparison</i>	Differens <i>Difference</i>	Differensens medelfel <i>Standard deviation of difference</i>	t-värde (för 20 frihetgr) <i>T</i> (for 20 degrees of freedom)		
HCl ostöpt .. <i>unsoaked</i>	$X_3 + X_4 - 2 X_1 =$ (a) 531	$s_a \cdot \sqrt{30} = 79,0$	6,7***		
	(b) 340	$s_b \cdot \sqrt{30} = 78,9$	4,3***		
	(c) 150	$s_c \cdot \sqrt{30} = 46,4$	3,2**		
H ₂ O ostöpt ... <i>unsoaked</i>	$X_5 + X_4 - 2 X_1 =$ (a) 593	$s_{(a)} \cdot \sqrt{30} = 79,0$	7,5***		
	(b) 376	$s_{(b)} \cdot \sqrt{30} = 78,9$	4,8***		
	(c) 117	$s_{(c)} \cdot \sqrt{30} = 46,4$	2,5*		
HCl H ₂ O	$X_2 + X_3 - (X_4 + X_5) =$ (a) -62	$s_{(a)} \cdot \sqrt{20} = 68,1$	— 0,9		
	(b) -36	$s_{(b)} \cdot \sqrt{20} = 68,0$	— 0,5		
	(c) -33	$s_{(c)} \cdot \sqrt{20} = 40,0$	— 0,8		
HCl(24) HCl(12)	$X_3 - X_2 =$ (a) 127	$s_{(a)} \cdot \sqrt{10} = 45,6$	2,8*		
	(b) 142	$s_{(b)} \cdot \sqrt{10} = 45,6$	3,1**		
	(c) 16	$s_{(c)} \cdot \sqrt{10} = 26,8$	0,6		
H ₂ O(24) H ₂ O(12)	$X_5 - X_4 =$ (a) 253	$s_{(a)} \cdot \sqrt{10} = 45,6$	5,5***		
	(b) 180	$s_{(b)} \cdot \sqrt{10} = 45,6$	4,0***		
	(c) 49	$s_{(c)} \cdot \sqrt{10} = 26,8$	1,8		

Eftersom skadliga svampangrepp icke kunnat påvisas, vare sig på de behandlade ytorna eller på kontrolytorna, framgår icke kerol- och germisanbehandlingsens effekt mot dylika angrepp av detta försök, vilket f. ö. icke heller var den huvudsakliga avsikten med behandlingen. Däremot har jag vid en del andra tillfällen lyckats förhind-

ra vidare utbredning av fallsjukaangrepp i unga tall- och gransådder genom att bevattna angripna fläckar med kerollösning.

Stöpnings inverkan på plantprocenten. Såsom framgår av tabell 3 omfattar försöket 5 grupper med 5 variater pr grupp och frösört.

1. ostöpt frö (X_1), *unsoaked seed*
2. stöpt i HCl 12 timmar (X_2), *soaked in HCl for 12 hours*
3. stöpt i HCl 24 timmar (X_3), *soaked in HCl for 24 hours*
4. stöpt i H_2O 12 timmar (X_4), *soaked in H_2O for 12 hours*
5. stöpt i H_2O 24 timmar (X_5), *soaked in H_2O for 24 hours*

Stöpningsen har sålunda enligt tabell 6 med mycket stor sannolikhet bidragit till en höjning av plantprocenten. Signifikansen är störst för frösört 2099 för att sedan avtaga.

För att möjliggöra en noggrannare jämförelse mellan de olika behandlingsgrupperna har variansanalysen delats upp till att omfatta parvisa jämförelser av medelvärden för olika behandlingar enligt tabell 7. De t-värden som redovisas i tabellen ha erhållits genom att dividera försöksmedeltalens skillnad med dess medelfel: $t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{m_{diff}}$.

Detta t-värde har på samma sätt som föregående P-värden jämförts med tabellerade t-värden (BONNIER och TEDIN 1940) för olika antal frihetsgrader, varvid det beräknade

t-värdet försetts med asterisker för markerande av signifikansen i enlighet med föregående.

Tabellen visar att såväl stöpfung i vatten som i saltsyra orsakat en signifikativ ökning av plantprocenten i jämförelse med ostöpt frö. Skillnad i effekt mellan mycket utspädd saltsyra och vatten saknas. För granfrö synes stöpningsen i 24 timmar vara fördelaktigare än 12 timmar. Någon sådan signifikativ skillnad har icke registrerats för tallfrö.

Grobarhetsprocentens variation med pH-värdet hos stöpningsvätskan.

Försöket utfördes hösten 1949 på skogshögskolans skogsskötselavdelning. Det frö som använts visade enligt utförda analyser, se tabell 8, följande egenskaper:

Försöksfröet stöptes i lösningar med pH-värdena 2, 3, 4, 5, 6 och 7 under 48 timmar vid $+20^\circ\text{C}$. Sortering och räkning av fröet har skett enligt samma principer som i föregående försök. Under stöpningsen låg fröet nedsänkt i respektive lösningar i gasvävspåsar med 100 frön per påse och 4 upprepningar per försöksled. Bägarna täcktes med filterpapper och glasskiva. Lösningarna rördes om med vissa mellanrum.

TABELL 8
Grobarhetsanalys av obehandlat försöksfrö.
Analysis of seed used in the experiment.

Fröslag Seed	Ursprung Locality	Analys- nummer	Grott efter <i>Germinated after</i>				Friska Sound	Abnorma Abnormal	Ruttna Rotten	Tomma Empty	1 000 korn vikt gr. 1 000 seed weight
			10 dag. days	medel- tal mean	30 dag. days	medel- tal mean					
Tall Pine	Väster- norrl.	912 a	18		22		—	4	74	—	4,24
		b	23	16	29	22	—	1	70	—	
		c	13		19		—	3	75	3	
		d	12		19		—	3	76	2	
Tall Pine	Sunds- valls- bolagen breddgr. lat. 63° 200—300 m. ö. h. elev.	1 269 a	73		73		—	2	16	9	4,41
		b	69	75	71	77	—	2	11	16	
		c	79		81		—	2	9	8	
		d	80		83		—	—	11	6	
Tall Pine	Gävle- borg breddgr. lat. 60° 0—150 m. ö. h. elev.	2 155 a	67		72		—	7	21	—	4,23
		b	64	70	70	74	—	4	26	—	
		c	72		75		—	4	21	—	
		d	77		80		—	4	16	—	
Gran Spruce	breddgr. 64°,5 lat. 100—200 elev. m. ö. h.	1 192 a	48		56		—	5	34	5	4,64
		b	45	52	53	60	—	4	31	12	
		c	62		58		—	—	22	10	
		d	55		65		—	2	22	11	
Gran Spruce	Jämtland 300—400 m. ö. h. elev.	a	28		31		—	4	4	61	3,43
		b	31	29	35	33	—	2	2	61	
		c	29		38		—	—	3	59	
		d	29		29		—	—	—	71	

I detta försök liksom i föregående har saltsyra använts för erhållande av önskad vätejonkoncentration, samt i den omfattning det var nödvändigt för korrigeringar, utspädda lösningar av natriumhydroxid. pH bestämdes dels kolorimetriskt med bromkresolgrönt, klorfenolrött och bromtymolblått och dels med indikatorpapper. pH-värdet kontrollerades och korrigerades 3 gånger per dygn. Efter stöpningen sköljdes fröet

TABELL 9

Procenten grodda frön enligt 30 dagars analys vid olika vätejonkoncentration hos stöpningsvätskan.
 Percentage of seed germinated after 30 days at different concentration of hydrogen ions in the soaking fluid.

Analysnr. <i>Analysis number</i>	pH-värde <i>pH value</i>	Antalet grodda frön <i>Germinated seed</i>			
Tall <i>Pine</i> 912	2	0	0	1	0
	3	16	7	17	13
	4	21	31	22	32
	5	26	31	22	32
	6	16	27	15	20
	7	20	23	25	22
Tall <i>Pine</i> 1269	2	13	10	22	14
	3	59	56	55	50
	4	68	62	56	54
	5	68	62	56	54
	6	51	63	44	59
	7	41	39	52	55
Tall <i>Pine</i> 2155	2	10	6	5	8
	3	18	17	25	21
	4	21	32	26	22
	5	21	28	22	21
	6	64	47	26	38
	7	29	33	28	25
Gran <i>Spruce</i> 1192	2	42	40	31	33
	3	66	55	57	58
	4	65	61	65	62
	5	63	62	73	73
	6	65	61	58	68
	7	61	61	50	58
Gran <i>Spruce</i> 2128	2	14	16	10	16
	3	32	23	24	33
	4	27	31	32	29
	5	31	34	29	25
	6	25	25	30	23
	7	36	26	26	21

i vatten och grobarhetsanalyserades i likhet med det obehandlade fröet. Resultatet redovisas i tabell 9 och fig. 5.

Omfattande förskjutningar av pH-värdena kan, som redan påtalats, befaras när man tvingas arbeta med obuffrade system. Likaledes kan befaras att den höga indikator-

————— 30 dagars analys
 germination after 30
 days
 - - - - - 10 dagars analys
 germination after 10
 days
 Tall = pine
 Gran = spruce

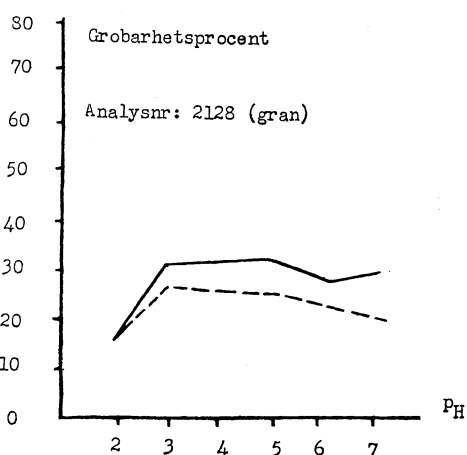
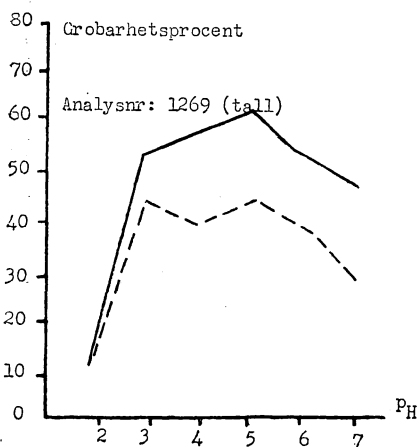
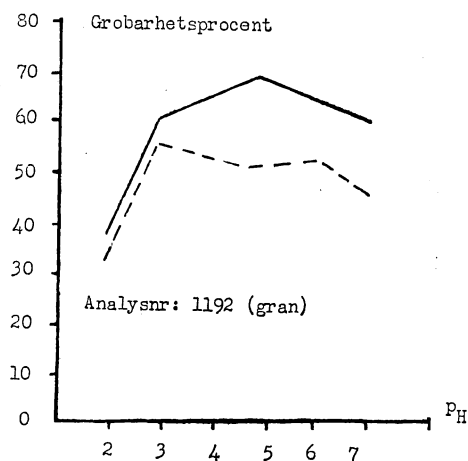
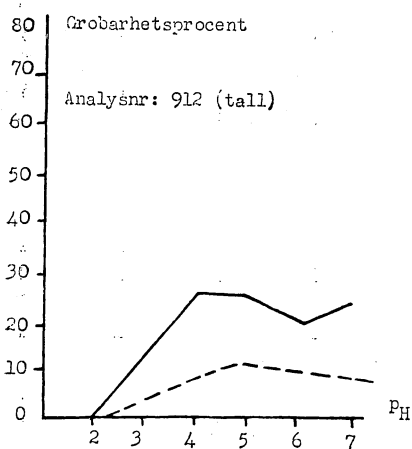
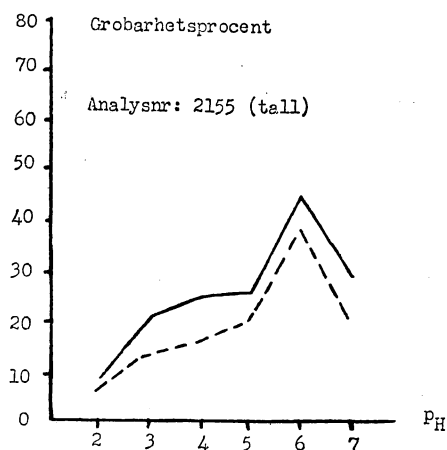


Fig. 5. Diagram över grobarhetsprocenter från tabell 10.
 Germination per cent from table 10.

TABELL 10

Bestämning av pH värden hos använd stöpningsvätska.
Determination of pH values of the soaking liquid.

pH avsett Nominal pH	pH enl. pappers- indikator	pH erhållet genom tillsats av ¹ obtained after addition of		pH enl. elmätare deter- mined by electric method	pH efter ned- sänkn. av frö after immersion of seed	pH efter 2 tim. pH after 2 hours	pH efter 24 tim. (22 tim. intervall) pH after 24 hours	pH juste- rat till pH adjusted to	genom tillsats av HCl by addition of HCl	pH efter 30 tim. (8 tim. inter- vall) pH after 30 hours
	pH determined by test paper	HCl	NaOH							
3	3,0	6 ml n/10		2,85						
3	3,1	3 ml n/10		3,05	3,05	3,12	3,24	3,07	1 ml n/10	3,04
4	3,7	3 ml n/10		3,81	3,83	3,95	4,15	3,95	0,3 ml n/10	3,95
5	4,8 — 5,1	1,5 ml n/10	0,05 ml n/1	5,10	5,20	5,25	5,70	5,02	2 ml n/100	4,93
6	5,6	6 ml n/100		5,93	6,07	6,05	6,36	6,18	2 ml n/100	6,15
7	7,0	3 ml n/100		6,87	7,02	7,16	7,08	7,08		6,99
Vatten från Experimentalfältet				8,35		8,20	7,07			
Water from										
Vatten från Sthlms högskola				8,50			7,92			
Water from										

¹ Vätskemängden genomgående 300 ml.

koncentrationen i papperet kan medföra fel i avläsningen vid lösningar med ringa buffertkapacitet. Detta fel elimineras i viss mån om indikatorpapperet en stund nedsänkes i lösningen under omröring. För att utröna i vilken omfattning pH-värdet kunnat hållas inom angivna gränser har kontroll skett med en elektrisk pH-mätare. Dessa mätningar ha utförts på institutionen för org.kem.forskning vid Stockholms högskola under medverkan av lic. L. EHRENBORG. Vid mätningarna användes en radiometer (PHM 3b) med kalomelelektrod med mättad KCl och glaselektrod. pH-värdena äro hänfödda till mättat kaliumvätetartrat (pH $3,57 \pm 0,02$). Instrumentet tillåter mätning på 1/100 pH-enhet när. Temperatur vid mätningstillfället $22^\circ \pm 0,5$. Vätskemängden per 100 frön var densamma som använts i föregående försök och bägarna voro täckta.

Analogt med föregående försök bestämdes först lösningens pH med pappersindikatorer. Parallellt härmed kontrollerades tillförlitligheten av denna metod genom mätning med den elektriska pH-metern (tabell 10). Härefter nedsänkts fröna i lösningen och pH kontrollerades på nytt, pH kontrollerades sedan med 2, 8 och 24 timmars intervall samt korrigeras i den mån detta var nödvändigt.

Av detta försök framgår sålunda att de tidigare bestämningarna av pH givit värden inom önskade gränser. Som redan tidigare konstaterats ändras pH när fröet tillföres den obuffrade lösningen. Vid ett mindre förhållande mellan vätskevolym och frövolym än som varit fallet i dessa försök torde dessa förskjutningar bliva omfattande. Stora förskjutningar i pH har också skett under 22 timmars intervallet. Det får emellertid anses att dessa kunnat motverkas genom de justeringar som skett var 8. timme.

Sammanställning av resultaten från tab. 9 visar ingen skillnad mellan frösörterna med avseende på spridningen (tab. 11), varför summans medelkvadrat kan användas

TABELL 11

Sammanställning av analyserna i Tab. 9 till grund för fortsatt bearbetning. (Uträkningen har i likhet med föregående skett med transformerade variabler).

Summary of the analysis (transformed variables).

Analysnr. <i>Analysis number</i>	Variationsorsak <i>Variation due to</i>	Frihetsgrader <i>Degrees of freedom</i>	Kvadratsumma <i>Sum of squares</i>	Medelkvadrat <i>Mean square</i>
912	Inom behandlingar. <i>Within</i>	15 ¹	2 114,5	141,0
1 269	” ”	18	3 006,5	167,0
2 155	” ”	18	4 394,3	244,1
1 192	” ”	18	1,811,8	100,7
2 128	” ”	18	1 762,3	97,9
Summa <i>Total</i>		87	13 089,4	150,45

¹ Anledningen till endast 15 frihetsgrader för frösört 912 är att vid pH-värdet 2, blev grobarhetsprocenten så låg att dess varians ej kan uppskattas varför gruppen bör uteslutas.

vid den fortsatta bearbetningen (dvs. $s = \sqrt{150,45} = 12,25$) Detta medelvärde står f. ö. i god överensstämmelse med populationens varians. Funktionen $2 \arcsin \sqrt{x}$, där x är en relativ frekvens, som bygger på n st observationer har nämligen för stora värden på n medelavvikelsen $\frac{1}{\sqrt{n}}$ dvs. i detta fall $\frac{1}{\sqrt{100}} = 0,1$.

En noggrannare jämförelse mellan de olika pH-grupperna har utförts i likhet med föregående (tabell 12).

TABELL 12
Noggrann jämförelse mellan pH-grupper.
Individual comparison between pH groups.

Jämförelse <i>Comparison</i>	Diff. mellan totalsummor <i>Difference</i>	Differensens medelfel ¹ $s \sqrt{40}$ <i>Standard deviation of difference</i>	t-värde (för 87 frihetsgr.) <i>T (87 degrees of freedom)</i>
pH 3—pH 2	1 100	77,54	14,2 ***
pH 4—pH 3	255	”	3,29 **
pH 5—pH 4	16	”	0,23
pH 6—pH 5	12	”	0,15
pH 7—pH 6	—185	”	0,39 *

¹ $s \sqrt{n} = s \sqrt{2 \times 4 \times 5} = s \sqrt{40}$ dvs 2 grupper, 4 upprepningar, 5 frösorser.

Slutsats. Av tabell 12 och figur 5 framgår att för det stöpta fröet ligger största grobarhetsprocenten mellan pH 5—6, pH-värden under 4 giva sämre resultat. Viss skillnad föreligger även mellan pH-grupperna 6 och 7 men signifikansen ej tillräckligt stor. Vilka faktorer, som kunnat orsaka det maximum, som redovisas i fig. 4 för analysnr. 2155 vid pH 6, har icke blivit föremål för närmare undersökning.

Tall- och granfröets vattenupptagande förmåga vid stöpnig.

Frö, som ligger för länge i stöpningsvätska förlorar enligt föregående i grobarhet. Avsikten med följande experiment var därför att utröna hur lång tid det tar för fröet att upptaga vatten till full mättnad, samt i vilken omfattning stöpningsvätskans temperatur inverkar på fröets vattenupptagning. Följande frösorser undersöktes:

Gran från Västerbotten (Byske)	insamlat 1943 med 75 % grobarhet 1948 analysnr. 1192
„ „ Hälsingland (Iggesund)	„ 1945 „ 61 % „ „ „ 1949
Tall „ Västergötland (Remmingstorp)	„ 1946 „ 89 % „ „ „ 1234
„ „ Lappland (Lycksele)	„ 1946 „ 17 % „ „ „ 908
„ förvarat i plåtburk i 20 år	0 % „ „ „ 1552

Efter att fröproven vägts på analysvåg (friskvikt) förvarades de i vattenfyllda bägarer vid konstant temperatur ($+2^{\circ}$ $+12^{\circ}$ och $+20^{\circ}$ C) och vägdes sedan med vissa intervall (bilaga 3). Före varje sådan vägning torkades proven 10 minuter mellan filterpapper varefter de överfördes i glaskolvar, som korkades för att hindra ytterligare viktnedgång före och under vägningen.

Mängden upptaget vatten har ställts i relation till fröets torrsvikt. Torrsvikten har erhållits genom vägning av motsvarande fröprov som i 5 timmar förvarats i värmeskåp vid $+105^{\circ}$.

Som framgår av fig 6 upptager fröet snabbt vatten under de första timmarna. Anse vi att full mättnad föreligger efter 96 timmars stöpnings, så är fruktkvoten efter 12 timmars stöpnings 80 % av mättnadsvärdet och efter 24 timmar 90 %. Någon skillnad å den hastighet varmed tall- resp. granfrö absorberar vatten har icke framkommit av försöket.

Däremot synes det som om temperaturen påverkar vattenupptagningen såtillvida, att en högre vattentemperatur påskyndar absorptionen. Skillnaderna äro emellertid icke alltför säkra och dessutom så små, att vid 12—24 timmars stöpnings saknar vattens temperatur inom här angivna gränser praktisk betydelse.

Kompletterande stöpningsförsök i lösningar med stabilare pH.

För att erhålla ett bredare underlag för bedömning av stöpnings effekt på plantprocenten har stöpningsförsöken upprepats åren 1950 och 1951. Ehuru stöpnings i vätska med visst pH (5—6) icke givit bättre resultat än stöpnings i vanligt vatten ingår stöpnings i svag syralösning som del av försöket. Påtalade olägenheter med saltsyrelösningen är anledning till att denna ersatts med en mera buffrande lösning framställd med fosforsyra och natriumfosfat i svaga koncentrationer. Ett försök i mindre skala i avsikt att jämföra grobarhetsresultat erhållna vid stöpnings i respektive lösningar antyder icke att fosforsyrelösningen skulle kunna giva anledning till sämre resultat (tabell 13).

Stöpningsförsök vid Skogsmöllans plantskola våren 1950. Undersökningen omfattar följande behandlingar: obehandlat frö, frö stöpt i vatten samt frö stöpt i fosforsyrelösning (pH 5,5).

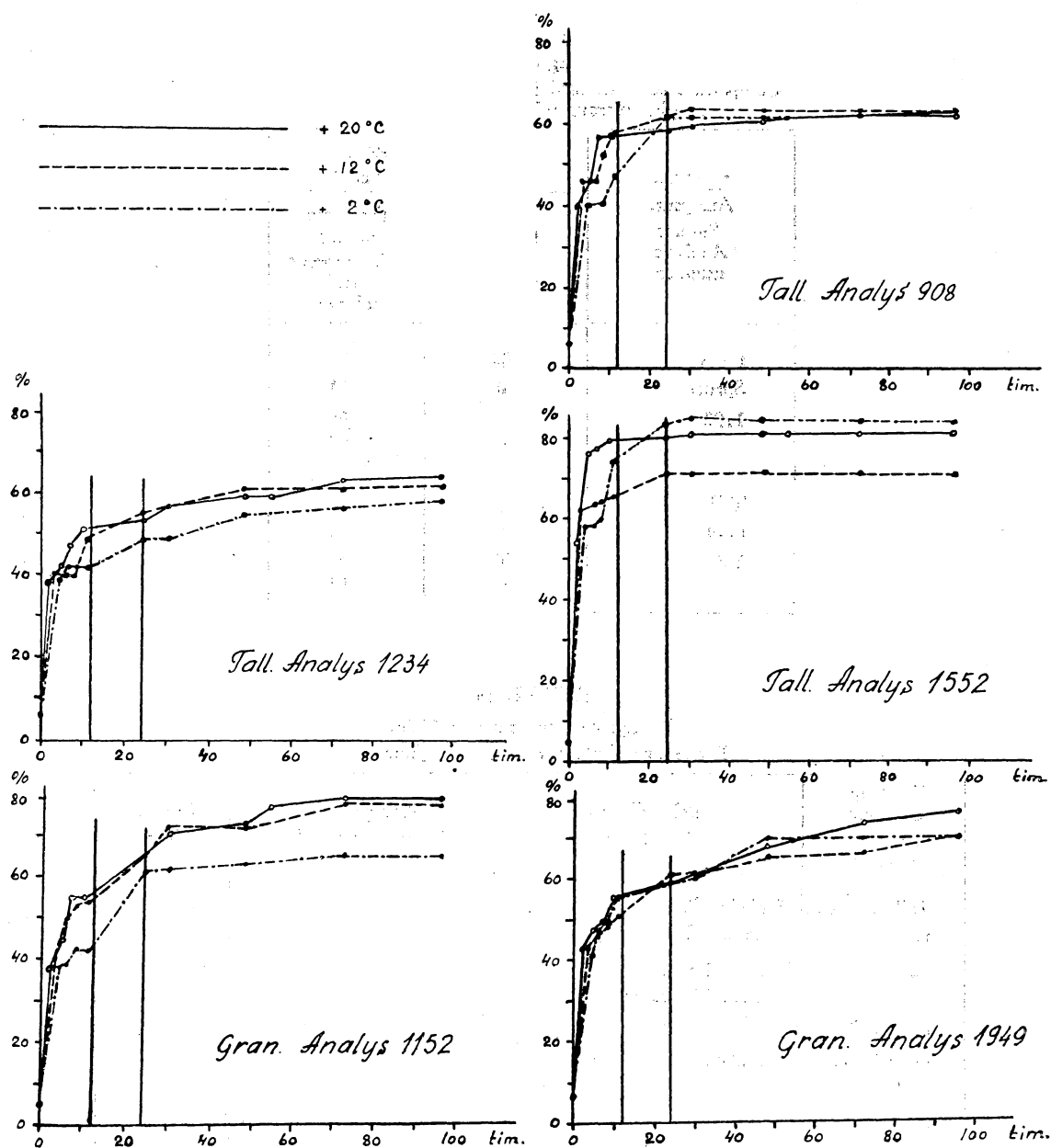


Fig. 6. Fröets viktökning genom vattenupptagning vid olika temperaturer. Procenttalen äro beräknade på fröets torrsvikt.
 Increase in weight due to water uptake at different temperatures, calculated on dry weight basis.

TABELL 13

Jämförelse mellan frö stöpt i saltsyrelösning (pH 5) respektive fosforsyrelösning (pH 5,0) under 48 timmar.
Comparison between seed soaked in HCl solution and in phosphorous solution for 48 hours.

Trädslag Analysnr. <i>Species Analysis number</i>	Grobarhetsprocent <i>Germination per cent</i>	
	Saltsyre- lösning <i>HCl solution</i>	Fosforsyre- lösning <i>Phosphorous acid solution</i>
Gran	54	52
Spruce	49	51
1192	52	62
	49	62
Tall	54	50
Pine	45	62
1269	37	68
	43	61

TABELL 14

Plantprocent vid revision 21/6.
Percentage of plants at inspection June 21st.

Trädslag analysnr. <i>Analysis number</i>	Behandlingar <i>Treatment</i>	Plantprocenter <i>Percentage of Plants</i>					Summa <i>Total</i>
Tall	I obehandlat	15	17	7	13	22	74
pine	unsoaked						
1269	II stöpt i vatten	24	14	26	22	33	109
	soaked in water						
Grobarh. ...	III stöpt i syralösn.	24	18	15	29	22	108 = 301
Germinated	soaked in acid solution						
77 %							
Gran	I obehandlat	4	5	5	5	29	26
Spruce	unsoaked						
2128	II stöpt i vatten	7	5	11	8	7	38
	soaked in water						
Grobarh. ...	III stöpt i syralösn.	7	8	10	13	6	44 = 108
33 %	soaked in acid solution						

Stöpnings tiden var 12 timmar för gran och 24 timmar för tall. Såddbädden iordningställdes i enlighet med föregående försök. Temperatur och nederbörd för månaderna april, maj, juni avvek mycket litet från normalvärdena 1901—30 (tabell 1, sid. 9.). Grobarhetsanalyser över i försöket använt frö (tall 1269, gran 2128) finns i tabell 8. Vid sådden (27/5) fördelades varianterna slumpmässigt och den revision, som ligger till grund för tabell 14 utfördes 21/6.

Den variansanalytiska behandlingen har givit följande resultat: (angående uträkningar hänvisas till bil. 4).

TABELL 15
Variansanalytisk behandling av försöksresultatet.
Analysis of variation of the results obtained.

Trädslag <i>Species</i>	Variationsorsak <i>Variation due to</i>	F	Kvadr.s. <i>Sum of squares</i>	Medelkvadr. <i>Mean square</i>
Tall <i>Pine</i> 1 269	Jämförelse I—II o. III	1	208,03	208,03
	„ II—III	1	12,10	12,10
	inom behandl.	12	426,80	35,57
	Summa <i>Total</i>	14	646,93	
	kvoter: $\frac{208,03}{35,57} = 5,85 *$ $\frac{35,57}{12,10} = 2,94$			
Gran <i>Spruce</i> 2 128	Jämförelse I—II o. III	1	30,00	30,00
	„ II—III	1	3,40	3,40
	inom behandl.	12	71,00	5,92
	Summa <i>Total</i>	14	104,40	
	kvoter: $\frac{30,00}{5,92} = 5,07 *$ $\frac{5,92}{3,40} = 1,74$			

Stöpningsen i detta försök har sannolikt bidragit till en ökning av plantprocenten. Signifikansen är visserligen ej stor, men då resultaten för båda frösorterna gå i samma riktning och då även tidigare försök givit resultat med samma tendens är sannolikheten för att andra faktorer än slumpen orsakat förekommande skillnader större. Någon skillnad mellan det frö, som stöpts i vatten respektive svag syralösning föreligger icke heller här.

Stöpningsförsök på Malingsbo sommaren 1951. Detta försök har efter anvisningar anlagts och reviderats av jägmästare H. CARLBORG. Undersökningarna omfattade obehandlat frö, frö stöpt i vattenledningsvatten, frö stöpt i destillerat vatten och frö stöpt i acetatbuffert pH 5,4 (vätejonkonc. $10^{-5,4}$ mol/l). Sådden ägde rum först 3/7. Tiden efter sådden karakteriserades av ihållande regn, som också fortsatte under åter-

TABELL 16
Plantprocenter för olika behandlingar vid såddförsöket i Malingsbo.
Percentage of plants for different treatments.

Analysnr. Analysis	Förbehandling Pre-treatment	Plantprocenter Percentage of plants	Summa rev. 3/8 Sum at inspection August 3rd	Summa rev. 23/8 Sum at inspection August 23rd	Ökning 3/8—23/8 Increase
Tall Pine	stöpt i acetat	68 81 69 48 71	337	381	+ 40
3 179	soaked in acetate ,, ,, destill. vatten	68 73 64 63 67	335	370	+ 35
	destilled water ,, ,, vanl. vatten	66 82 40 60 61	309	349	+ 40
97 % gro- barhet	water obehandlat	56 51 70 30 60	267	320	+ 53
	untreated				
Tall Pine	stöpt i acetat	60 71 45 55 39	270	297	+ 27
3 070	,, ,, destill. vatten	62 69 59 57 54	301	319	+ 18
72 % gro- barhet	,, ,, vanl. vatten	46 65 52 45 54	262	279	+ 17
	obehandlat	44 63 47 55 50	259	293	+ 34
Gran Spruce	stöpt i acetat	8 5 12 12 19	56	82	+ 26
3 072	,, ,, destill. vatten	14 19 13 27 15	88	115	+ 27
60 % gro- barhet	,, ,, vanl. vatten	13 18 15 14 20	80	118	+ 38
	obehandlat	1 9 20 4 16	45	90	+ 45

stoden av vegetationsperioden. Det kan sålunda nämnas att månadsnederbörden för Falun var under augusti 173,9 mm mot normalt 84,4. Revisioner ägde rum 3/8 och 23/8. Resultat av dessa revisioner framgå av nedanstående tabell.

Vare sig revisionen av den 3/8 eller 23/8 antyder att i detta fall någon säkerställd skillnad skulle föreligga mellan det stöpta och ostöpta fröet. Synbarligen har den våta perioden efter sådden givit fröna vatten i tillräcklig omfattning för att gro. Studerar man emellertid den ökning av plantprocenten som skett mellan revisionerna visar denna sig väsentligt större för det ostöpta fröet. (En jämförelse mellan plantökningen

för ostöpt respektive stöpt frö ger en signifikativ skillnad med kvoten $\frac{107,03}{7,28} =$

14,70**). Totalt är plantprocenten för ostöpt frö vid revision 23/8 av samma storleksordning som för det stöpta. Vi draga därför den slutsatsen att det ostöpta fröet kommit senare igång än det stöpta.

Sammanfattning av undersökningsresultaten

I två av de tre plantskoleförsöken har stöpfung med stor sannolikhet bidragit till en väsentlig ökning av plantprocenten (tabell 7 sid 16, tabell 15 sid 27). Den ungefärliga storleksordningen på denna plantökning ligger mellan 30 och 60 %.

I det tredje såddförsöket, som utfördes under för sådd synnerligen abnorma förhållanden den regniga eftersommaren 1951 har stöpfningen icke bidragit till någon ökning av plantprocenten (tabell 16 sid 28). Däremot har stöpfningen medfört en snabbarare groningen.

Någon skillnad mellan stöpfung i vanligt vatten å ena sidan och vatten surgjort med saltsyra, fosforsyra eller acetatbuffert (pH 5—6) å andra sidan erhöles icke i såddförsöken.

Laboratorieförsök (tabell 12 sid 23, fig. 5 sid 20) antyda visserligen att bästa resultat av stöpfningen skulle kunna påräknas när stöpfningsvätskan har ett pH mellan 5 och 6. Någon signifikativ skillnad föreligger dock icke mellan pH 6 och 7. Däremot framgår att pH-värden under 4 ha direkt skadlig inverkan på fröets grobarhet.

För granfrö har stöpfung i 24 timmar givit bättre resultat än 12 timmar (tabell 7) mot att sådan skillnad saknas hos tallfrö. Laboratorieförsök över tall- och granfröets vattenupptagande förmåga visa att båda frösorterna snabbt absorbera vatten och att signifikativa skillnader mellan förekommande frösorter i detta avseende saknas (fig. 6 sid 25). Redan efter 12 timmars stöpfung är fröets fuktkvot 80 % av mättnadsvärdets och efter 24 timmar 90 %. En högre temperatur hos stöpfningsvätskan synes påskynda fröets vattenupptagning, ehuru erhållna skillnader äro små (fig. 6).

Synpunkter på stöpfung av tall och granfrö.

För att analysera redovisade resultat av stöpfningens effekt och ställa dem i relation till tidigare undersökningar har det ansetts lämpligt att dela upp behandlingen i fyra moment, nämligen stöpfningsvätskans pH-värde, stöpfungstidens längd, stöpfningsvätskans temperatur och stöpfungens effekt i plantskolan.

Stöpfningsvätskans pH-värde. För vissa växter, exempelvis *Sagittaria* och *Alisma*, är ett deciderat surt medium nödvändigt, om groningen skall kunna äga rum (MERKEN-SCHLAGER 1924). Barrträdsfrön visa i detta avseende stor tolerans och tåla vida variationer i substratets surhetsgrad varför groningen i regel kan ske vid de flesta i naturen förekommande pH-värden (FISHER 1935, BORNEBUSCH 1939 m. fl.)

Däremot är fröets enzymverksamhet bunden till vissa optimala pH-värden hos substratet, varvid de fria jonerna genom direkt eller indirekt aktion mot enzymerna utöva inflytande på grobarheten (TRÉNEL 1925).

Att så är fallet visar exempelvis AALTONEN (1925), genom att låta frön gro i näringslösningar med olika pH. Groningsoptimum för tall låg vid pH 6 och för gran vid pH 5. Liknande undersökningar över substratets surhetsgrad har gjorts av ENEROTH (1931) med optimalt pH mellan 4—6 för tall och av SCHMIDT (1927) med optimalt pH 5,4—6,3 för gran.

Av dessa undersökningar kan man dock icke draga den slutsatsen att stöpning i vätska med motsvarande pH-värden speciellt befrämjar fröets grobarhet. Problemet kompliceras ytterligare genom att effekten icke enbart synes vara bunden till förekomsten av vätejoner utan också, som redan framhållits, anjonerna spela en väsentlig roll. Reagerar sålunda tallfrö på ett visst sätt för saltsyra i viss koncentration, kan man icke därav draga vittgående slutsatser beträffande sagda frös reaktion för andra syror förrän klorjonens resp. de andra syrornas anjoners effekt på fröets grobarhet blivit bestämd.

Att däremot ett lågt pH-värde som sådant kan verka desorganisera på levande protoplasma, har visats av LUNDEGÅRDH (1942). Undersökningen som gällde veterötter, visade, att en förutsättning för normal existens hos roten är, att dess yta är surare än omgivningen. Blir den omgivande lösningens vätejonkoncentration högre än rotens, dör roten hastigt. Denna företeelse skulle kunna ge en förklaring till den dåliga grobarheten hos försöksfrön, som stöpts i vätska med lågt pH-värde (fig. 5).

Även om stöpning i surt vatten rekommenderas inom den skogliga litteraturen (sid. 8) äro undersökningar över vad inverkan stöpningsvätskans surhetsgrad kan ha på tall- och granfröets grobarhet mig veterligt relativt fåtaliga. De äro dessutom mestadels av äldre data (VON HAUSEN 1860, LINDGREN 1865, NOBBE 1876 m. fl.) och ej helt samstämmiga beträffande effekten.

I HOLTENS (l. c) undersökningar som refererats på sid 8 visas däremot en ökning av plantprocenten vid stöpning i svag saltsyra på närmare 100 % i jämförelse med ostöpt frö, mot att vanligt vatten endast bidragit till 17 % plantökning. Mina egna laboratorieförsök över grobarhetens variation med pH-värdet hos stöpningsvätskan, som redovisats i tabell 12 och fig. 5 antyda visserligen möjligheterna att erhålla bästa resultat av stöpning om stöpningsvätskan har ett pH mellan 5 och 6. Skillnaden i grobarhetsprocenten vid pH-värdet 6 resp. 7 är dock av ringa storlek (10 %) och icke tillräckligt signifikativ varför vi icke tillskriva den någon betydelse.

Plantskoleförsöken ha i samtliga fall (tabell 7, 15 och 16) icke visat någon skillnad i plantprocent för stöpning i vanligt vatten respektive surgjort vatten (pH 5—6).

Beträffande HOLTENS försök må emellertid framhållas att vare sig uppläggning eller omfattning tillåta någon större grad av sannolikhet för att redovisade skillnader verkliga äro orsakade av behandlingen och icke uppstått slumpmässigt. Tillfälligheternas spel ökas ytterligare genom att HOLTEN utgått från en bestämd viktsenhet frön (100 g) istället för ett visst antal frön med känd grobarhetsprocent.

Sammanfattande synpunkter i enlighet med redovisade försöksresultat och vad som ovan framförts blir sålunda att stöpning i »svag syralösning» icke äger några fördelar i jämförelse med stöpning i vanligt vatten. Snarare kan man befara att en surare reaktion hos stöpningsvätskan ($\text{pH} < 4$) avsevärt sänker fröets grobarhet.

Någon anledning att vid stöpning av tall och granfrö i praktiken söka sänka stöpningsvätskans pH finnes således icke. Den plantökning som kan tillskrivas stöpningen får således betraktas som en vatteneffekt.

Jämförelsen i tab. 17 mellan grobarhetsprocenter för ostöpt frö och frö, som stöpts i 48 timmar ger ytterligare belägg för uppfattningen, att relativt långa stöptider icke behöva inverka menligt på granfröets grobarhet men vanligen orsaka nedsatt grobarhet hos tallfrö.

Jämförelse mellan grobarhetsprocenter hos ostöpt frö och frö som stöpts i 48 timmar.
Comparison between germination per cent for seed unsoaked and soaked in water for 48 hours.

Analys <i>Analysis</i>	Trädslag <i>Species</i>	Grobarhetsprocent för <i>Germination per cent</i>	
		östöpt frö <i>unsoaked</i>	frö stöpt i 48 tim. <i>soaked 48 hours</i>
912	tall <i>pine</i>	22	23
1 269	"	77	48
2 155	"	74	29
1 192	gran <i>spruce</i>	60	60
2 128	"	33	27

Detta försök accentuerar i viss mån vad som tidigare framhållits, att en relativt stor variation i resistens mot långvarig vattenbehandling förekommer även hos frön av samma trädslag. En sorts tallfrö kan sålunda stöpas en längre tid utan större grobarhetsförluster, medan ett annat förlorar sitt bruksvärde. Stöpnings tiden för tall och granfrö bör därför icke utsträckas längre, än man kan vara säker på, att den ökning

av plantprocenten, som enligt utförda försök, kan erhållas, icke förloras genom att fröet kvävs i stöpningsvätskan.

Stöpningstidens undre gräns bestämmes av hur länge fröet behöver ligga i vätskan, för att upptaga vatten i tillräcklig omfattning. Undersökningar av tallfrö (*Pinus strobus*) visa exempelvis att någon groning icke äger rum förrän fröets fuktkvot är omkring 45 % (Woody-Plant Seed Manual 1948). SCHMIDT (1924; 1931) visar att tallfrö praktiskt taget avslutat sin svällning efter 10 timmars stöpfung och därefter ytterst långsamt ökar sin vikt genom ytterligare vattenupptagning. Enligt WIKSTRÖM (1922) har torrt tallfrö, som vattnats, erhållit full mättnad (45—65 viktprocent vatten) redan efter 6 timmar. Undersökningar av HAACK (1912) visa dessutom i likhet med mina egna undersökningar, att det icke finnes någon anledning förmoda, att frö, som förvarats några år fordra längre stöpfungstid än frö av årets skörd. De hygroskopiska fröskalen taga med lätthet upp för svällning erforderlig vattenmängd, vare sig fröet är nytt eller gammalt.

Egna försök över tall- och granfröets vattenupptagande förmåga visa, att efter 12 respektive 24 timmars stöpfung är fuktkvoten 80 resp. 90 % av mättnadsvärdets. En sammanställning av litteraturuppgifter och egna undersökningar över stöpfungstidens längd skulle sålunda resultera i att god effekt kan påräknas om tallfrö stöpes i 12 timmar och granfrö i 24 timmar.

Stöpningsvätskans temperatur. Enligt BROWN och WORLEY (1912) absorberar korn vatten 3,4 ggr så snabbt vid 21° som vid 3,8° och 2,4 ggr så snabbt vid 34° som vid 21,1°. Liknande lagar torde gälla för tall- och granfröets vattenupptagande förmåga, varför det ligger nära till hands förmoda, att stöpningsvätskans temperatur är av väsentlig betydelse för dessa frösorers vattenupptagning.

Försöken som redovisats på sid 23 visa att frö som stöpts i vätska med +20° temperatur snabbare absorberar vatten än om temperaturen var +12° eller +2°. Skillnaderna äro dock alltför små för att vara av praktisk betydelse.

Det torde därför icke finnas någon anledning stöpa tall- och granfrö i uppvärmd vätska i synnerhet som, enligt KAMENSKY (1928), frö, som förvaras längre tid i hett vatten tager skada. Det kan också framhållas att enligt MORK (1933) grobarheten hos granfrö reducerats till att omfatta endast 1/10 av det levande fröet om groning ägt rum vid 30° temperatur.

Med hänsyn till att optimi-temperaturen för granfröets groning ligger vid +20° C (MORK l. c.) finnes ytterligare anledning att hålla stöpningsvätskans temperatur omkring detta värde. Dvs. för praktiskt bruk kan stöpfung i rumstempererad vätska förordas.

Stöpfungens effekt i plantskolan. Som redan framhållits i sammanfattningen av undersökningsresultaten (sid 29) har stöpngen av tall- och granfrö bidragit till en väsentlig ökning av plantprocenten. Här råder således full överensstämmelse med de

resultat över stöpningens effekt på barrträdsfröets groning, som redovisats av TOUMEY och DURLAND (1929), FABRICIUS (1926), STEVEN (1926) m. fl.

Förutom en ökning av plantprocenten kan en snabbare och jämnare groning påräknas genom stöpning. Detta framgår av såddförsöket, som redovisas i tabell 16 och har tidigare framhållits av FABRICIUS (1926) och SCHMIDT (1931). Då således fröets groningsberedskap står i relation till fröets vattenhalt kan man även räkna med att stöpningen bidrager till en bättre utveckling av årsplantan.

Lokalt sett är stöpningens effekt beroende av ett flertal edafiska faktorer. Att hög markfuktighet som följd av riklig nederbörd kan medföra en utjämning av skillnaden i plantprocent mellan stöpt och icke stöpt frö framgår av sensommarförsöket 1951 (tabell 16). På våren när sådd normalt äger rum får man emellertid i vårt land vanligen räkna med ringa nederbörd (försommartorka).

Ehuru nederbörden under maj månad vid 1949 års såddförsök var dubbelt den normala (tabell 1) erhöles en väsentlig ökning av plantantalet (60 % för gran, 30 % för tall) genom stöpning. En plantökning av motsvarande storleksordning erhöles också vid 1950 års såddförsök då nederbörden för maj månad var normal. Huruvida en exceptionellt torr vår eller försommar skulle kunna skada stöpt frö mer än ostöpt framkommer icke av denna undersökning.

En senare undersökning av ROHMEDEK (1951) kan emellertid vara av visst teoretiskt intresse i detta sammanhang. Denne lät stöpa tall- och granfrö, som därefter torkades till ursprunglig fuktighet och lagrades torrt under 6 dygn. Vid följande grobarhetsanalyser visade det sig att frö, vars rotspetsar icke brutit genom fröskalet behöll sin grobarhet oförändrad under lagringsperioden, mot att grobarheten hos frö, vars rotspetsar brutit det skyddande fröskalet, starkt reducerades.

Det skulle även kunna ifrågasättas, huruvida icke stöpning kan vara ett medel att reducera fröåtgången per hektar vid skogssådd. Vid sådd efter den torra försommarperioden, som emellanåt anses fördelaktigt (HEDEMAN-CADE 1927) skulle också stöpningens möjligheter att forcera årsplantans utveckling kunna bidra till en förbättring av såddresultatet. Med dessa synpunkter har jag även velat antyda möjligheten att stöpa barrträdsfrö vid skogssådder.

En slutlig sammanfattning av undersökningsresultaten blir således, att vid sådd i plantskolor kan 12 timmars stöpning av tallfrö och 24 timmars stöpning av granfrö i rumstempererat vatten som regel bidra till en väsentlig ökning av plantutbytet. Då här till kommer att metodiken i sin praktiska tillämpning är enkel och billig (KARLBERG 1948) finnes anledning att stöpa tall- och granfrö i större omfattning än vad hittills varit fallet.

BILAGA 1. Kerol- och germisanbehandlings inverkan på plantprocenten.

Variaterna äro transformerade och multiplicerade i enlighet med som angivits å sid. 13.

X_1 = obehandlat frö, obehandlad bädd

X_2 = germisanbehandlat frö, obehandlad bädd

X_3 = kerolbehandlad bädd, obehandlat frö

X_4 = kerolbehandlad bädd, germisanbehandlat frö

	Analys nr 2099						Summasamling	Mellan behandlingsmedelvärden
X_1	120	145	149	171	159	734	$S(x) = 2\ 899$	$S(x^2) = 2\ 102\ 666$
X_2	137	159	114	155	124	689	$S(x^2) = 424\ 904$	$\frac{S(x^2)}{5} = 420\ 533,20$
X_3	149	163	155	157	159	783		
X_4	118	161	133	151	127	690	$\frac{[S(x)]^2}{20} = 41\ 934,80$	$\frac{[S(x)]^2}{20} = 41\ 934\ 180$
							Kvadratsumma: 5 563,20	Kvadratsumma: 1 192,40
							Differens: 4 370,80	

	Analys nr 2100						Summasamling	Mellan behandlingsmedelvärden
X_1	109	149	141	159	149	707	$S(x) = 2\ 568$	$S(x^2) = 1\ 658\ 818$
X_2	109	159	157	114	122	661	$S(x^2) = 340\ 078$	$\frac{S(x^2)}{5} = 311\ 763,60$
X_3	129	127	064	105	143	568		
X_4	135	118	145	122	112	632	$\frac{[S(x)]^2}{20} = 329\ 731,20$	$\frac{[S(x)]^2}{20} = 329\ 371,20$
							Kvadratsumma: 10 346,80	Kvadratsumma: 2 032,40
							Differens: 8 314,40	

	Analys nr 2101						Summasamling	Mellan behandlingsmedelvärden
X_1	088	074	064	071	098	395	$S(x) = 2\ 568$	$S(x^2) = 570\ 084$
X_2	082	102	064	071	068	387	$S(x^2) = 116\ 631$	$\frac{S(x^2)}{5} = 114\ 016,60$
X_3	061	057	088	077	077	360		
X_4	068	082	071	064	082	367	$\frac{[S(x)]^2}{20} = 1\ 138\ 540,5$	$\frac{[S(x)]^2}{20} = 113\ 854,05$
							Kvadratsumma: 2 776,95	Kvadratsumma: 162,55
							Differens: 2 614,40	

BILAGA 2. Stöpnings inverkan på plantprocenten.

Variaterna äro transformerade och multiplicerade i enlighet med vad som angivits å sid. 13. För att förenkla räkningarna har en provisorisk skala införts i analyserna 2 099 och 2 100, varvid variatvärdet 100 åsatts det provisoriska värdet 0.

$$X_1 = \text{ostöpt}$$

$$X_2 = \text{HCl 12 tim.}$$

$$X_3 = \text{HCl 24 tim.}$$

$$X_4 = \text{H}_2\text{O 12 tim.}$$

$$X_5 = \text{H}_2\text{O 24 tim.}$$

Analys nr 2099						Summasamling	Mellan behandlingsmedelvärden
X_1	118	161	133	151	127	190 $S(x) = 2\,074$	$S(x^2) = 964\,494$
X_2	171	198	181	177	165	393 $S(x^2) = 197\,072,00$	$\frac{S(x^2)}{5} = 192\,898,80$
X_3	200	207	207	179	226	519	
X_4	167	153	194	165	181	360 $\frac{[S(x)]^2}{25} = 172\,059,04$	$\frac{[S(x)]^2}{25} = 172\,059,04$
X_5	229	224	212	224	224	613	
						Kvadratsumma: 25 012,96	Kvadratsumma: 1 192,40
						Differens: 4 173,20	

Analys nr 2100						Summasamling	Mellan behandlingsmedelvärden
X_1	135	118	145	122	112	132 $S(x) = 1\,376$	$S(x^2) = 430\,914$
X_2	149	139	151	155	137	231 $S(x^2) = 90\,336,00$	$\frac{S(x^2)}{5} = 86\,182,80$
X_3	159	169	181	179	185	373	
X_4	116	151	149	145	169	230 $\frac{[S(x)]^2}{25} = 75\,735,04$	$\frac{[S(x)]^2}{25} = 75\,735,04$
X_5	173	175	214	175	173	410	
						Kvadratsumma: 14 600,96	Kvadratsumma: 10 447,76
						Differens: 4 153,20	

Analys nr 2101						Summasamling	Mellan behandlingsmedelvärden
X_1	068	082	070	064	082	366 $S(x) = 2\,093$	$S(x^2) = 881\,071$
X_2	082	082	085	082	102	433 $S(x^2) = 17\,839,00$	$\frac{S(x^2)}{5} = 176\,214,2$
X_3	098	085	088	098	080	449	
X_4	088	068	090	080	074	400 $\frac{[S(x)]^2}{25} = 175\,225,96$	$\frac{[S(x)]^2}{25} = 175\,226,0$
X_5	100	074	088	085	098	445	
						Kvadratsumma: 2 613,04	Kvadratsumma: 0 988,2
						Differens: 1 624,84	

BILAGA 3. *Fröprovens viktökning genom vattenupptagning vid*

Den procentuella viktökningen, som är angiven inom

Fröslag	Torrvikt gram	Frisk- vikt	Temp. på stöpn.-vätska	Vikt efter				
				2	3	4	5	6
Gran 1 192	4,823	5,069 (5)	20°	6,686 (38)			6,992 (45)	
	4,812	5,102 (5)	12°		6,809 (40)			7,267 (50)
	5,061	5,334 (5)	2°			6,981 (38)		7,022 (39)
Gran 1 949	5,134	5,502 (7)	20°	7,305 (43)			7,498 (47)	
	4,478	4,803 (7)	12°		6,424 (43)		6,510 (46)	
	4,981	5,411 (7)	2°			7,052 (41)		7,352 (47)
Tall 908	4,813	5,123 (6)	20°	6,775 (40)			7,060 (46)	
	5,010	5,345 (6)	12°		7,308 (46)			7,325 (46)
	4,773	5,096 (6)	2°			6,728 (40)		6,749 (41)
Tall 1 234	5,062	5,411 (6)	20°	7,102 (38)			7,235 (42)	
	5,351	5,801 (6)	12°		7,477 (40)			7,485 (40)
	5,512 (6)		2°			7,207 (39)		7,314 (42)
Tall 1 552	5,512	5,807 (5)	20°	8,530 (54)			9,728 (76)	
	5,524	5,818 (5)	12°		8,948 (62)			9,016 (63)
	4,711	4,946	2°			7,447 (58)		7,452 (58)

olika tider och olika temperaturer hos stöpningsvätskan.

parentes, är beräknad på fröets torrvt.

antal timmar									
7	8	10	11	24	30	48	54	72	96
7,477 (55)		7,498 (55)		7,997 (65)	8,261 (71)	8,364 (73)	8,531 (77)	8,624 (79)	8,633 (79)
	7,431 (53)	7,431	7,476 (54)	8,152 (65)	8,347 (72)	8,343 (72)		8,621 (78)	8,652 (78)
	7,186 (42)		7,199 (42)	8,156 (61)	8,299 (62)	8,268 (63)		8,377 (65)	8,381 (65)
7,635 (49)		7,993 (55)		8,187 (59)	8,292 (61)	8,643 (68)	8,670 (69)	8,813 (73)	9,032 (76)
	6,603 (48)		6,799 (51)	7,148 (60)	7,196 (61)	7,386 (65)		7,430 (66)	7,608 (70)
	7,522 (49)		7,733 (55)	7,943 (59)	7,970 (60)	8,414 (69)		8,437 (69)	8,504 (70)
7,552 (57)		7,589 (57)		7,686 (59)	7,718 (60)	7,753 (61)	7,804 (62)	7,841 (63)	7,860 (63)
	7,606 (52)		7,903 (58)	8,137 (62)	8,222 (64)	8,220 (64)		8,224 (64)	8,230 (64)
	6,738 (41)		7,031 (47)	7,732 (62)	7,734 (62)	7,749 (62)		7,820 (63)	7,853 (64)
7,442 (47)		7,674 (51)		7,818 (54)	7,998 (57)	8,128 (60)	8,141 (60)	8,306 (64)	8,354 (65)
	7,560 (40)		7,936 (49)	8,307 (55)	8,369 (57)	8,615 (61)		8,677 (62)	8,732 (63)
	7,291 (42)		7,337 (42)	7,678 (49)	7,888 (49)	8,054 (55)		8,100 (57)	8,187 (59)
9,741 (77)		9,867 (79)		9,936 (80)	9,980 (81)	10,092 (81)	10,085 (81)	9,960 (81)	9,957 (81)
	9,077 (64)		9,329 (65)	9,456 (71)	9,493 (71)	9,432 (71)		9,583 (71)	9,391 (71)
	7,557 (60)		8,212 (74)	8,628 (83)	8,705 (85)	8,687 (84)		8,893 (84)	8,690 (84)

BILAGA 4. *Stöpningsförsök vid Skogsmöllans plantskola våren 1950.*

På grund av tidigare erhållna resultat, där stöpt frö genomgående visat högre plant-procenter än icke stöpt frö har det ansetts berättigat att i analyserna göra en a priori indelning och jämföra obehandlat frö med frö stöpt i vatten och frö stöpt i syralösning tagna tillsammans.

	Summasamling	Mellan behandling	Jämf. I—II o. III
Tall 1269	$s(x) = 301$ $s(x^2) = 6\,687$ $\frac{[s(x)]^2}{15} = 6\,040,07$	$s(x^2) = 31\,301$ $\frac{s(x^2)}{5} = 6\,260,20$ $\frac{[s(x)]^2}{15} = 6\,040,07$	$\frac{74^2}{5} + \frac{217^2}{10} = 6\,248,10$ $\frac{[s(x^2)]^2}{15} = 6\,040,07$
	Kvadratsumma 646,93	Kvadratsumma 220,13	Kvadratsumma 208,03
	Differens: 426,80		

	Summasamling	Mellan behandling	Jämf. I—II o. III
Gran 2128 . . .	$s(x) = 108$ $s(x^2) = 882$ $\frac{[s(x)]^2}{15} = 777,60$	$s(x^2) = 4\,056$ $\frac{s(x^2)}{5} = 811,2$ $\frac{[s(x)]^2}{15} = 777,60$	$\frac{26^2}{5} + \frac{82^2}{10} = 807,6$ $\frac{[s(x^2)]^2}{15} = 777,60$
	Kvadratsumma 104,40	Kvadratsumma 33,40	Kvadratsumma 30,000
	Differens: 71,00		

Summary

TREATMENT OF PINE AND SPRUCE SEED TO STIMULATE GERMINATION¹

This investigation is especially concerned with the soaking of pine and spruce seed — *Pinus silvestris* and *Picea abies* — with the object of determining the effect such soaking will have on the production of plants in forest nurseries.

In 2 out of 3 field experiments, soaking resulted in a great increase in plant percentage. The approximate increase lay between 30 and 60 %. — see page 16 table 7, page 27 table 15.

In the third experiment, made under conditions very abnormal for sowing — in the wet July of 1951 — soaking did not lead to an increase in plant percentage — see page 28 table 16 — though more rapid germination resulted.

In addition to pure water, aqueous solutions of hydrochloric acid, a phosphate and an acetate buffer — all with pH 5–6 — were used as soaking media in the field experiments, but in no case could there be observed a difference of productivity which could be directly related to the type of solution used.

Laboratory tests indicated, however, that the best results were to be expected when the soaking solution had a pH between 5 and 6. — see page 20 fig 5, page 23 table 12. — Differences in results with seeds soaked in solutions with pH 6 and seeds soaked in solutions with pH 7 were not significant. Soaking solutions with pH below 4 had a harmful effect on germination.

The findings demonstrate that spruce seed soaked for 24 hours will do better than the same seed soaked for only 12 hours. This did not apply to the pine seed.

Laboratory tests of the capacity of pine and spruce seed to absorb water established the fact that both species absorb water rapidly, and no significant differences were found as between the species used. — page 25 fig 6 —. After 12 hours of soaking the water content was 80 % of full capacity, and after 24 hours it was 90 %.

Increasing the temperature of the soaking fluids seemed to increase the rate of absorption, although the differences found were small — see page 25 fig 6 —.

Experiments proved that treatment of the seed with germisan — a mercury compound — and the seedbeds with kerol, to prevent damping off, did not reduce seed germination.

It is concluded that room temperature water soaking of spruce — *Picea abies* — seed for 24 hours, and of pine — *Pinus silvestris* — seed for 12 hours will materially increase plant percentage in the nursery.

Since the methods are inexpensive and easy to put into practice there is every reason to extend soaking practices in forest nurseries.

¹ It is to observe that in Swedish the English decimal point is replaced by a decimal comma. Thus 17,842 means 17 decimal 842, not 17 thousand 8 hundred and 42. The Swedish notation is employed through out this publication.

Litteratur

- AALTONEN, V. T., 1925: Über den Aziditätsgrad (pH) des Waldbodens. — Medd. fr. forstvet. försöksanst. 9. Helsingfors.
- AHOLA, V. K., 1946: Plantskolan, dess anläggning, underhåll och skötsel. Helsingfors.
- AVERY, G. S. JR & JOHNSON, ELIZ B., 1947: Hormones and horticulture, New York and London.
- BALDWIN, H. I., 1942: Forest tree seed of the north temperate regions. Waltham, Mass.
- BARTLETT, M. S., 1936: Square root transformation in analysis of variance. — Suppl. of Journ. of the Royal stat. soc., London.
- BARTON, L., 1940: Some effects of treatment of non-dormant seeds with certain growth substances. — Contrib. fr. Boye Thompson inst., Yonkers.
- BATES, C. G., 1930: The production, extraction and germination of lodgepole pine seed. — Techn. bull. 191. U. S. Departm. of agr. Washington.
- BENECKE, E. & JOST, L., 1923: Pflanzenphysiologie. II. 4. Aufl. Jena.
- BONNIER, G. & TEDIN, O., 1940: Biologisk variationsanalys. Stockholm.
- BORNEBUSCH, C. H., 1939: Skovfrøets Spiring. — Dansk Skovforen. Tidsskr. Köpenhamn.
- BROWN, A., & WORLEY, F., 1912: The influence of temperature on the absorption of H₂O by seeds of *Hordeum vulgare* in relation to the temperature coefficient of chemical change. — Proceed. Roy. soc., London.
- BURCKHARDT, H., 1880: Säen und Pflanzen nach forstlicher Praxis. 5. Aufl. Hannover.
- CIESLAR, A., 1885: Versuche mit Nadelholzsamen. — Centralbl. f. d. gesamte Forstwesen, Wien.
- CRAMÉR, H., 1949: Sannoliketskalkylen och några av dess användningar. (2. uppl.). Uppsala.
- CROCKER, W., 1948: Growth of plants. New York.
- DAVIS, W. E., 1926: The use of catalase as a mean of determining the viability of seeds. New York.
- EIDE, E., 1930: Sommervarmens betydning for granfrøets spireevne. — Medd. fr. Det norske skogsforsøksvesen nr 13 (= bd 3:h. 4). Oslo.
- ENEROTH, O., 1928: Bidrag till kännedom om hyggesbrännings inverkan på marken. — Skogshögskolans festskrift. Även i Skogsvårdsfören. tidskr. Stockholm.
- — — 1931: Försök rörande hyggesaskans inverkan på barrträdsfrøets groning och plantornas första utveckling. — Commentationes forest. nr 5. Helsingfors.
- — — 1941: Om försömsartorkan och våra såddmetoder. II. — Norrl. skogsvårdsförb. tidskr. Stockholm.
- FABRICIUS, L., 1926: Ein Versuch mit Samenstimulation. — Forstwiss. Centralbl. Berlin.
- FISHER, G., 1935: Comparative germination of tree species on various kinds of surface soil material in western white pine type. — Ecology. Brooklyn, N. Y.
- FISHER, R. A., 1944: Statistical methods for research workers. 9th ed. — London.
- FLEMION, F., 1941: Further studies on the rapid determination of the germinative capacity of seeds. — Contrib. fr. Boyce Thompson inst., Yonkers.
- GLEISBERG, W., 1925: Stimulationsnachwirkung bei Samen. — Zellstimulationsforschung. Bd. 1. Berlin.
- HAACK, O., 1906: Über die Keimung und Bewertung des Kiefernnsamens nach Keimproben. — Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen. Berlin.
- — — 1909: Der Keifernnsamen. — Ibid.
- — — 1912: Die Prüfung des Kiefernnsamens. — Ibid.
- HALD, A., 1948: Statistiske Metoder. Köpenhamn.
- HAGEM, O., 1917: Furuens og granens frøsetning i Norge. — Medd. fra Vestlandets Forstl. forsøksstation. Bergen.
- JORDBRUKSFÖRSÖKSANSTALTEN, 1939: Handledning i försöksteknik. Norrtälje.
- HEDEMANN-GADE, E., 1927: Undersökningar angående lämpligaste tiden för sådd av barrträdsfrö. — Svenska skogsvårdsför. tidskr. Stockholm.
- HEIKINHEIMO, O., 1921: Die Waldgrenzwälder Finnlands und ihre künftige Nutzung. — Medd. fr. forstl. forskningsanstalten. 4. Helsingfors.
- HOLTEN, N. E., 1946: Saaningsförsög i Planteskole. — Dansk Skovforen. Tidsskr. Köpenhamn.
- — — 1947: Planteskoleförsög II. — Ibid.
- KACHE, P., 1938: Die Praxis des Baumschulbetriebes. 2. Aufl. Berlin.
- KALMAR KEMISKA STATIONS OCH FRÖKONTROLLANSTALT, 1891: Årsberättelse för 1890. Kalmar.
- KAMENSKY, K. W., 1928: Das Stimulieren der Samenaufkeimung durch Einwirkung von kochendem Wasser und »falsche Keimung«.

- KARLBERG, S., 1948: Några synpunkter på rationalisering av våra skogsplantskolor. — Svenska Skogsvårdsför. tidskr. Stockholm.
- KIDD, F. & WEST, C., 1918: The effects of soaking seeds in water. — *Annals of applied biol.* 5. Cambridge.
- KINZEL, W., 1926: Neue Tabellen zu Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung. Stuttgart.
- LAKON, G., 1911: Beiträge zur forstlichen Samenkunde. — *Naturw. Zeitschr. f. Forst- und Landwirtschaft.* Stuttgart.
- LIESE, J., 1934: Absterben von Keifernsämlingen durch Moniliopsis-Befall. — *Forstarchiv.* Berlin.
- LINDEFORS, T., 1932: Om fusariumangrepp på späda barrträdsplantor. Stockholm.
- LUNDEGÅRD, H., 1942: Undersökningar över vissa elektro-kemiska egenskaper hos växternas rot-system. — *Kgl. Lantbruksakademiens tidskr.* del 1. Stockholm.
- MANGOLD, E., 1923: Die Ergebnisse der Physiologie Bd 21, sid 361. München.
- MATHER, K., 1949: Statistical analysis in biology. 3rd ed. London.
- MERKENSCHLAGER, F., 1924: Keimungsphysiologische Probleme. — *Naturwissenschaft und Landwirtschaft.* Freising-München.
- MIEHE, H., 1941: Taschenbuch der Botanik. 12. Aufl. Leipzig.
- MIROV, N. T., 1936: The relation between hormone content and germination of seeds of *Pinus jeffreyi* and *P. lambertiana*. (Icke publicerat).
- MORK, E., 1933: Temperaturen som förnygelsesfaktor i de nord-trönderske granskoger. — *Medd. fra Det norske skogforsöksvesen* nr 16 (= bd 5: h. 1). Oslo.
- 1938: Gran- og furufrøets spring ved forskjellig temperatur og fuktighet. — *Ibid* nr 21 (= bd 6: h. 2). Oslo.
- NIETHAMMER, A., 1929: Vergleichende biochemische Untersuchungen über das Reifen und Altern von Samen und Früchten.
- NOBBE, F., 1876: Handbuch der Samenkunde. — Berlin.
- NORDFORS, G., 1928: Fjällskogens och exponerade skogars förnygringsmöjligheter. — *Norrsl. Skogsvårdsförb. tidskr.* Stockholm.
- POPOFF, M., 1925: Zellstimulantien und ihre theoretische Begründung. — *Zellstimulationsforschung.* 1. Berlin.
- PUCHNER, H., 1922: Die verzögerte Keimung von Baumsämereien. *Forstwiss. Zentralbl.* Berlin.
- RISBERG, A., 1926: De naturlige förnygelsesfaktorer. — *Tidskr. f. skogbruk.* Oslo.
- ROHMEDER, E., 1949: Die Überwindung der Keimhemmungen beim forstlichen Saatgut. — *Gliederung eines Vortrages in Halstenbek, Stellungen.*
- 1951: Beiträge zur Keimungsphysiologie der Forstpflanzen. — München.
- RUDOLFS, W., 1925: Influence of water and salt solution upon osorption and germination of seeds. — *Soil science.* 20. New Brunswick, N. J.
- SCHMIDT, W., 1925: Über Vorquellung und Reizbehandlung von Koniferensaatgut. — *Zellstimulationsforschungen.* Berlin.
- 1926: Zum Faktor Feuchtigkeit bei der Herrichtung und Keimung des Kiefernsemens. — *Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen.* Berlin.
- 1929: Weitere Katalasenuntersuchungen als Prüfmasstab des Samenzustandes. — *Ibid.*
- 1930: Unsere Kenntnis vom Forstsaatgut. Berlin.
- 1940: Die Bedeutung der Keimschnelligkeit für den Aussaatwert des Samens. — *Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen.* Berlin.
- SCHOTTE, G., 1924: Tallfröets grobarhet 1923—24. — *Skogen.* Stockholm.
- SHOW, S. B., 1917: Methods of hastening germination. — *Journal of forestry.* Washington.
- SNEDECOR, G. W., 1937: Statistical methods applied to experiments in agriculture and biology.
- STEVEN, H. M., 1928: Nursery investigations. — *Bull. no. 11 fr. Forestry Commission,* London.
- Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut: Månadsöversikt över väderlek och vattentillgång, 1949. Stockholm.
- THIMANN, K. V. & LANE, R. H., 1938: After-effects of the treatment of seed with auxin. — *Am Jour. Bot.* 25: 535, Lancaster.
- TIRÉN, L., 1934: Några iakttagelser över den naturliga förnygringens uppkomst på Kulbäckslidens försökspark. — *Svenska skogsvårdsfören. tidskr.* Stockholm.
- 1948: Om en snabbmetod för grobarhetsbestämning av tall- och granfrö. — *Medd. fr. Statens skogsforskningsinstitut.* 37. Stockholm.
- TOUMEY, J. & DURLAND, W., 1923: The effect of soaking certain tree seeds in water at greenhouse temperatures on viability and the time required for germination. — *Journal of forestry.* Washington.

- TOUMAY, J. & STEVENS, C., 1928: The testing of coniferous tree seeds at the School of forestry, Yale university, 1906—1926. — School of forestry. Yale university. Bull. no. 21. New Haven.
- TOZAWA, M., 1926: Methods of hastening germination of tree seeds. — Bull. of the Forest experiment station. 5 Keijyo, Japan.
- TRENEL, M., 1925: Hat die Bodenreaktion auch in der praktischen Landwirtschaft die Bedeutung, die ihr zugeschrieben wird? Berlin.
- U. S. Department of Agriculture, 1948: Woody — Plant Seed Manual. — Washington D. C.
- VONHAUSEN, W., 1860: Beförderungsmittel der Keimung. — Allg. Forst- und Jagdzeitung. — Frankfurt-am-Main.
- WIBECK, E., 1927: Vår- och höstsådd. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst. 23. Stockholm.
- »— 1928: Det norrländska tallfröets grobarhet och anatomiska beskaffenhet. — Norrl. skogsvårdsförb. tidskr.
- »— 1932: Huvudresultaten av skogsförsöksanstaltens norrlandsavdelning verksamhet. — Skogsvännen. Stockholm.
- WIKSTRÖM, K., 1922 Höstsådd eller vårsådd av tall? — Svenska skogsvårdsför. tidskr. Stockholm.
- ZEDERBAUER, E., 1906: Die Keimprüfungsdauer einiger Koniferen. — Centralbl. f. d. ges. Forstwesen. Wien.
- YOUNG, L., 1919: Germination of yellow-poplar seed. — Journal of forestry. Washington.
-